4

PIEL.
ZOOL.

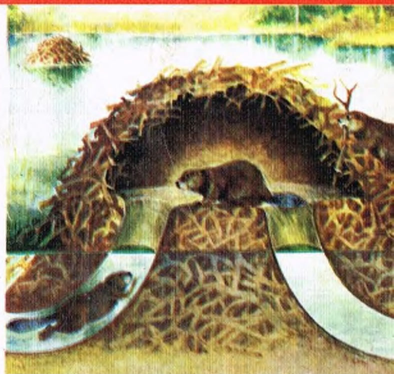
ENCICLOPEDIA TEMATICA COMBI ciencia

EDIL

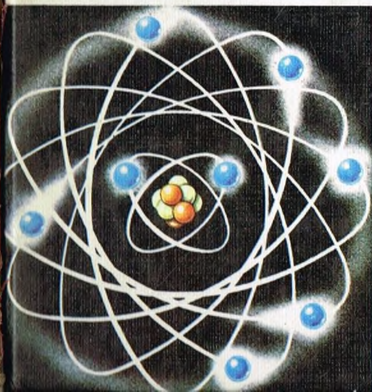
ENCICLOPEDIA TEMATICA COMBI

ciencia



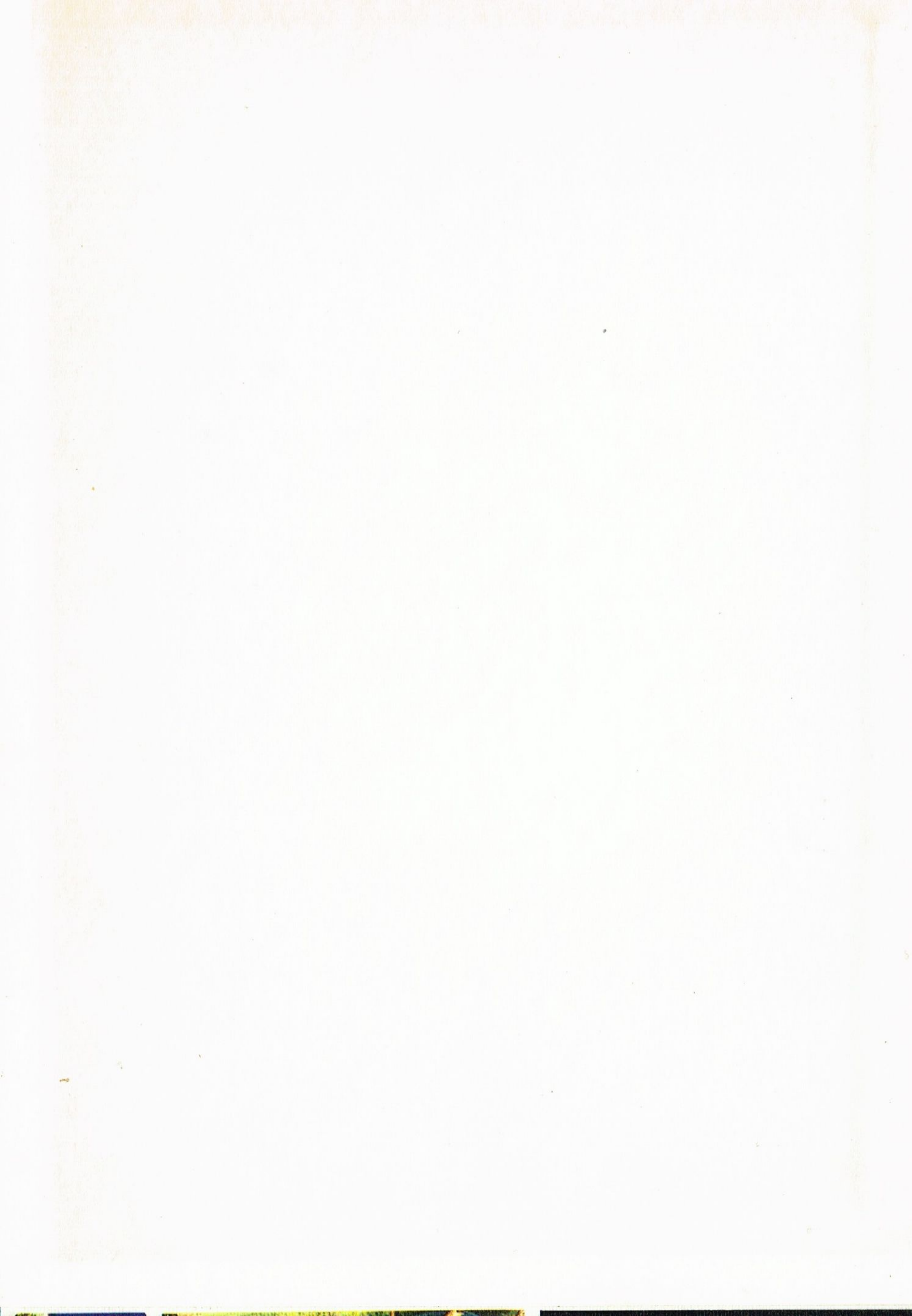












Editorial Baber, S. A.
Muntaner, 81 - 08011 Barcelona
ESPAÑA
IMPRESO EN ESPAÑA-PRINTED IN SPAIN

Depósito Legal: M. 34.555-1987

ISBN 84-599-2136-0 (Obra completa)
ISBN 84-599-2140-9 (Tomo cuarto)
Impreso por: Sucesores de Rivadeneyra, S. A.
Cuesta San Vicente, 28 - 28008 Madrid (España)

EDICION ESPECIAL PARA:



Perú 359 P. 6.º OF. 605 BS. AS.

ENCICLOPEDIA TEMATICA COMBI ciencia

4 PIEL ZOOLOGIA



Editorial Baber s.a.

Muntaner, 81 - Tel. 254 38 83 - Telex 52707 - TRADU-E
08011 BARCELONA

Idea y dirección: SVEN LIDMAN
Idea de las imágenes visualización y maquetas: ERIK MAGNUSSON
Redactor jefe: ANN-MARIE LUND
Dibujantes: BERNT FORSBLAD, BJÖRN GIDSTAM, GUNILLA HANSSON, BERTIL HJERPE, RUNE JOHANSSON, ROLAND KLANG, ALF LANNERBÄCK, SVEN SKÖLD, MILITTA WELLNER, RIGMOR ZETTERBERG
Redactores: HARDY HEDMAN, JAN VON KONOW, SIF KULLERSTRAND, JONAS NAUCLER, INGA SANDSTEDT
Selección fotográfica y producción técnica: TORD PRAMBERG
Consejeros pedagógicos: TAGE NODEMALM: *Director de Instituto,* BENGT DAHLBOM: *Catedrático de Instituto,* SVEN SVENSSON: *Catedrático de Instituto,* NILS SYLVAN: *Catedrático de Instituto,* SIGVARD STRANDH: *Ingeniero,* AXEL JOHANSSON: *Catedrático de Universidad*
Redactores de materias: Astronomía: ULF SINNERSTAD, *Profesor de Universidad;* Biología: SVEN NILSSON, *Doctor en Ciencias;* Economía: ULRICH HERZ, *Doctor en Ciencias Económicas;* Física: BO-GÖRAN PETTERSSON, *Profesor de Universidad,* PER KÖKERITZ, *Licenciado en Física;* Geografía: SVEN-OLOF LINDQUIST, *Licenciado en Filosofía y Letras;* Geología: ANDERS HÄGGBLOM, *Licenciado en Ciencias Biológicas;* Historia: ALF ÄBERG, *Doctor en Filosofía y Letras,* NILS SYLVAN, *Catedrático de Instituto;* Química: HANS G. HANSSON, *Profesor de Universidad;* Arte: CARLO DERKERT, *Conservador de Museos,* BENGT DAHLBÄCK, *Conservador de Museos;* Medicina: CLAES WIRSEN, *Profesor de Universidad;* Lenguas: CLAES-CHRISTIAN ELERT, *Profesor de Universidad;* Técnica: SIGVARD STRANDH, *Ingeniero;* STEN SÖDERBERG, *Escritor.*

EN LA ADAPTACIÓN ESPAÑOLA HAN INTERVENIDO:

JUAN BALAGUÉ, Licenciado en Derecho. VIRGILIO BEJARANO, Profesor de Universidad. JULIÁN BERMELLO, Licenciado en Medicina, Ingeniero. VICENTE CAÑAMARES, Licenciado en Ciencias Químicas, MANUEL CASTILLO, Licenciado en Filosofía y Letras. MÁXIMO CORTINI, Licenciado en Ciencias Económicas. FERNANDO ESPAÑA, Técnico en Máquinas IBM. IGNACIO GAOS, Licenciado en Filosofía y Letras. CARLOS GISBERT, Ingeniero. GLORIA ISERTE, Licenciada en Ciencias Biológicas. JUAN G. LARRAYA, Profesor de Universidad. JUAN P. MARTÍNEZ-RICA, Doctor en Ciencias Biológicas, Miembro del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. PEDRO PALOL, Ingeniero. ANTONIO PALUZÍE, Astrónomo. JOSÉ M. PRIM, Escritor. MANUEL RUBIO, Doctor en Derecho. EDMOND VALLÉS, Escritor. JUAN VILALTELLA, Profesor de Universidad, Psicólogo. JOSÉ VILANOVA, Profesor de Matemáticas y Física.

EXPERTOS EN CADA TEMA

PIEL	1-8 1-2	CLAES WIRSEN profesor de universidad SVEN NILSSON doctor en ciencias OLLE OLSSON licenciado en ciencias
PLANTAS	1-12	SVEN NILSSON doctor en ciencias OLLE OLSSON licenciado en ciencias
PULMONES	1-12	CLAES WIRSEN profesor de universidad SVEN NILSSON doctor en ciencias OLLE OLSSON licenciado en ciencias
QUIMICA	1-16	FREDRIK ERIKSSON doctor en ciencias químicas
REPRODUCCION	1-12 1-4	CLAES WIRSEN profesor de universidad SVEN NILSSON doctor en ciencias OLLE OLSSON licenciado en ciencias
REPTILES	1-8	SVEN NILSSON doctor en ciencias OLLE OLSSON licenciado en ciencias
RIÑONES	1-4	CLAES WIRSEN profesor de universidad
ROCAS, MINERALES Y TIERRAS	1-12	SVEN-OLOF LINDQUIST profesor de universidad ANDERS HÄGGBLOM licenciado en ciencias biológicas HANS BOLIN doctor en ciencias
ROEDORES	1-8	SVEN NILSSON doctor en ciencias OLLE OLSSON licenciado en ciencias
SERPIENTES	1-4	SVEN NILSSON doctor en ciencias OLLE OLSSON licenciado en ciencias
TABACO	1-4	WALTER LOEWE redactor SVEN NILSSON doctor en ciencias
TEMPERATURA	1-4	BO-GÖRAN PETTERSSON profesor de universidad
VENENOS	1-12	FINN SANDBERG CLAES WIRSEN profesor de universidad SVEN NILSSON doctor en ciencias OLLE OLSSON licenciado en ciencias
VERTEBRADOS CARNIVOROS	1-12	SVEN NILSSON doctor en ciencias OLLE OLSSON licenciado en ciencias
VIDA	1-8	SVEN NILSSON doctor en ciencias OLLE OLSSON licenciado en ciencias
VOLCANES Y SEISMOS	1-8	SVEN-OLOF LINDQUIST profesor de universidad
ZOOLOGIA	1-16	SVEN NILSSON doctor en ciencias OLLE OLSSON licenciado en ciencias

PLANES DE ESTUDIO

BOTANICA

General:	Botánica Plantas Flores Arboles
Evolución:	Vida Célula Herencia Evolución Botánica 1-2
Ecología:	Naturaleza
Medio ambiente:	Naturaleza 1-2 Hierba
Grupos botánicos:	
Bacterias:	Botánica 1-4 Bacterias y virus
Algas:	Botánica 5-6 Algas
Hongos:	Botánica 5-6 Hongos y setas Algas 1
Musgos:	Botánica 7
Pteridofitas:	Botánica 8
Gimnospermas:	Botánica 9 Arboles
Angiospermas:	Botánica 10 Flores
Plantas útiles:	Frutas y verduras Hierba 11-12 Hongos y setas 3-6 Especias Venenos 6, 9 Tabaco

FISICA

General:	Física Atomo Materia Energía
Temas especiales:	Temperatura Luz Magnetismo
Atomo:	Atomo Materia Química Física
Energía:	Energía Física 7-8 Materia
Electro-magnetismo:	Magnetismo Física

MATEMATICAS

Matemáticas

MEDICINA

General: Vida
Célula
Herencia

Salud y enfermedad: Medicina
Enfermedad
Músculos y esqueleto 7-8
Piel 7-8
Cerebro 11-12
Corazón 11-12
Pulmones 11-12
Digestión 11-12
Riñones 3-4
Ojo 7-12
Oído 7-12
Dientes 7-8
Bacterias y virus

Cuerpo humano: Hombre 7-8 (generalidades y regulación hormonal)
Músculos y esqueleto
Piel
Cerebro
Corazón
Pulmones
Digestión
Riñones
Reproducción
Ojo
Oído
Dientes

QUIMICA

General: Química
Atomo
Materia
Energía

Temas especiales: Aire
Agua
Rocas, minerales y tierras
Alcohol

Materias fundamentales: Química 1, 7-8
Materia 3-4
Rocas, minerales y tierras 3-4

Atomo: Atomo
Materia
Química
Física

Química inorgánica: Química 7-8
Rocas, minerales y tierras 3-4

Química orgánica: Química 9-10
Alcohol

Bioquímica: Química 11-12
Vida
Célula
Herencia
Digestión
Alimentos 1-4

ZOOLOGIA

General: Zoología
Animales

Evolución: Vida
Célula
Herencia
Evolución
Zoología 1-2

Ecología: Naturaleza

Grupos zoológicos:

Animales primitivos: Zoología 5-6

Mixomicetos: Zoología 7-8

Celentéreos: Zoología 7-8

Gusanos: Zoología 11-12
Gusanos

Artrópodos: Zoología 11-12
Crustáceos
Insectos
Abejas y hormigas
Mariposas
Moscas y mosquitos
Arácnidos

Moluscos: Zoología 11-12
Moluscos

Equinodermos: Zoología 13-14

Procordados: Zoología 13-14
Peces

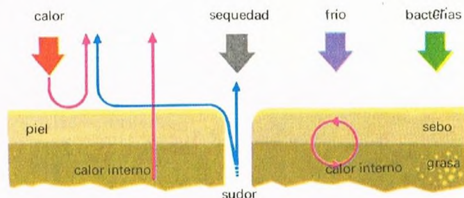
Vertebrados: Zoología 13-14
Peces
Reptiles y anfibios
Serpientes
Pájaros y otras aves
Aves de corral
Mamíferos
Roedores
Ballenas y otros cetáceos
Elefantes
Animales ungulados
Caballo
Vertebrados carnívoros
Perros
Gatos
Antropoides
Hombre

Animales domésticos: Aves de corral
Caballo
Perros
Gatos
Pájaros y otras aves 14
Peces 13-14
Roedores 2

Anatomía comparada: Animales 1-2
Músculos y esqueleto 1-2
Piel 1-2
Cerebro 1-2
Corazón 1-2
Pulmones 1-2
Digestión 1-2
Riñones 1
Reproducción 1-4
Ojo 1-2
Oído 1-2
Dientes 1-2



La «piel» primitiva
En la amiba y otros organismos unicelulares, la membrana celular actúa a modo de piel. Su principal función consiste en separar del exterior el interior de la célula.



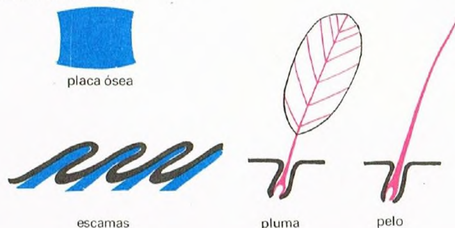
La piel protege
La mejor protección contra el excesivo calor es el sudor. La evaporación de éste absorbe el calor, y, de este modo, se eliminan tanto el calor del aire próximo a la piel, como el del cuerpo.

El sudor y el sebo protegen contra la sequedad. La grasa y la sangre, que conduce hacia la piel el calor interior, preservan del frío. Los ácidos derivados de la descomposición del sebo protegen de las bacterias.



Formaciones cutáneas
La epidermis, gracias a la formación de sustancias córneas, se especializa formando excrecencias, como uñas, garras, pezuñas y la cubierta de los cuernos de los rumiantes, así como plumas y pelo. Otra especialización de la epidermis es el esmalte de los dientes. En la dermis pueden aparecer núcleos óseos, como ocurre en las escamas de los peces y bajo las placas córneas del caparazón de las tortugas.





PIEL

Cubierta exterior del cuerpo

La piel es el elemento de contacto del cuerpo con el medio ambiente; le protege del frío y del calor, de la humedad y de la sequedad, así como del ataque de las bacterias. La piel ha de ser muy dura y resistente y acoplarse al tamaño de su poseedor.

Incluso los seres *unicelulares*, como las amibas, poseen una especie de piel. En ellas, la membrana celular constituye el límite entre el ambiente exterior y el interior. Puesto que la composición de la célula es diferente de la del agua que la rodea, la membrana celular funciona también como filtro, a través del cual selecciona las sustancias que precisa.

Los organismos *pluricelulares* están a menudo organizados de modo que solamente algunas de sus células tienen contacto directo con el mundo exterior, formando una piel que protege el resto del organismo y le informa sobre el medio ambiente. En los animales de organización elevada la constitución de su piel puede responder a dos formas. Puede suceder que la estabilidad del animal dependa de la consistencia de su piel y, entonces, se forma, gracias a la acumulación sucesiva de varias capas de sustancias duras (quitina o caliza), un esqueleto exterior, más o menos fijo, que ha de ser cambiado cuando resulte demasiado estrecho. Cuando el animal dispone de un esqueleto interior de soporte, la piel es suave y blanda.

Sin embargo, se presentan también casos intermedios y diversas variantes. Por ejemplo, la piel de los moluscos y gusanos es blanda, pese a que no poseen esqueleto interno, mientras que en la de los peces, reptiles (tortugas) e incluso mamíferos (armadillo), aparecen refuerzos córneos u óseos, a pesar de que estos animales disponen de un esqueleto interior bien desarrollado.

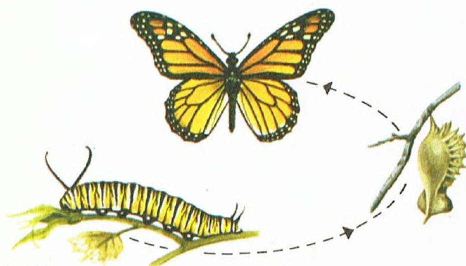
Los *pelos* y las *plumas* son formaciones córneas de la epidermis. Ofrecen cierta protección mecánica, aun cuando su principal función es proporcionar aislamiento térmico. En los animales de piel blanda, aparece una serie de especializaciones más localizadas, por ejemplo, uñas, garras, pezuñas, astas, etc.

La piel suave es a menudo rica en *glándulas*. Los peces son escurridizos gracias a una secreción mucosa de la epidermis, que facilita su deslizamiento en el agua. Las glándulas sebáceas del hombre mantienen flexible la piel, y las glándulas sudoríparas contribuyen a regular la temperatura del cuerpo.


serpiente


crustáceo

Cambios de piel
Los artrópodos (insectos, arácnidos, crustáceos) se revisten de un caparazón de quitina (a veces con incrustaciones calcáreas), que forma un esqueleto exterior. Para crecer el animal necesita mudar de piel. Su crecimiento tiene lugar tras la muda, cuando la nueva piel es blanda y flexible.
En los insectos que tienen metamorfosis completa, la piel debe cambiar no sólo de tamaño, sino también de forma, en las distintas fases metamorfósicas.
También la epidermis de las serpientes se muda de vez en cuando.


insecto

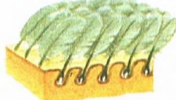
Piel permanente
En los animales que no precisan de un revestimiento exterior duro, la piel es suave y blanda y crece a la vez que el resto del cuerpo. Las babosas poseen en la epidermis unas glándulas secretoras de mucus que, al tiempo que las protege de la sequedad, actúa, al igual que el de los peces, como deslizante. Las escamas de los peces se superponen en parte, pero son móviles.
Los animales de sangre caliente deben disponer de algún tipo de protección contra la pérdida de calor: en las aves realiza esta función el plumaje; en los mamíferos, el pelaje.



babosa

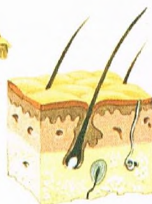


pez



ave

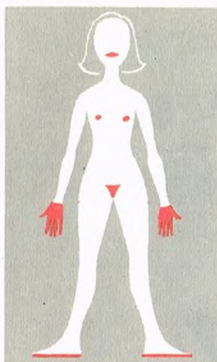


mamífero

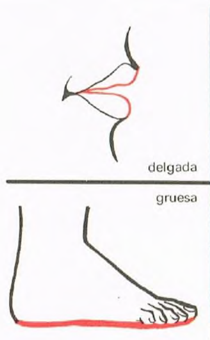


hombre

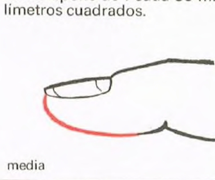
La superficie de nuestro cuerpo

La piel es el órgano mayor del cuerpo, tanto en superficie como en peso. Estudiando las diversas fases del desarrollo de un feto puede apreciarse perfectamente cómo se va formando la piel. En principio ésta se compone de una delgada capa de células epiteliales situada sobre otra de mesénquima. La capa superficial formará la *epidermis*, donde se hallan el pelo y las glándulas, y la inferior dará la *dermis*, con haces de fibras, y la *hipodermis*, con capas de tejidos adiposos y conjuntivos que hacen posible la adherencia de la piel a los órganos internos. En la planta de los pies y en las palmas de las manos, la piel forma pliegues peculiares en cada individuo (huellas digitales), que aparecen al nacer y no cambian en toda la vida. Esta peculiaridad permite, a menudo, a la policía descubrir o confirmar la identidad de un delincuente. La piel protege de muchas maneras nuestro cuerpo. Se encarga del intercambio térmico y de la eliminación del agua, protege del frío, gracias a sus tejidos adiposos –que actúan también como amortiguadores–, y tiene la propiedad de engrosar en los puntos de máximo desgaste. También contiene órganos sensoriales que informan acerca de las condiciones del medio ambiente. No es despreciable la resistencia que la piel ofrece a la tracción. Una cinta de piel de 1 cm de ancho, puede



La piel, nuestro mayor órgano
La piel es el mayor órgano del cuerpo; pesa unos 4 kg. Un hombre de una estatura normal posee, por regla general, una superficie de 1,5 a 2 metros cuadrados de piel. La palma de la mano representa un 1% de la superficie cutánea del cuerpo. A lo largo de la superficie de la piel hay cuerpos sensoriales que registran el calor, el frío, el movimiento, la presión o el dolor. La piel es especialmente sensible en los labios, palmas y dedos de las manos, órganos genitales, pezones, plantas y dedos de los pies (a la izquierda). La yema del dedo índice tiene 20 corpúsculos sensoriales por milímetro cuadrado; la parte superior del brazo tan sólo dispone de 1 cada 35 milímetros cuadrados.





Diferente grosor
El grosor de la piel varía entre medio mm (labios, párpados) y medio cm (planta del pie). El grosor no implica sensibilidad, pues tanto los labios como las yemas de los dedos y las plantas de los pies son muy sensibles.

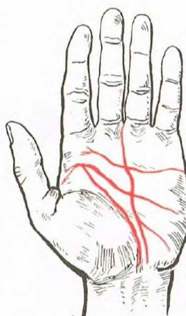

arco


bucle


remolino


bucle doble

Huellas digitales
En las palmas de las manos, plantas de los pies y, sobre todo, en las yemas de los dedos de los pies y de las manos, la superficie de la piel está rayada, formando dibujos característicos, determinados por la herencia, que aparecen ya en la etapa fetal. Las huellas digitales son peculiares en cada individuo (excepto en los mellizos univitelinos). Por tanto, son excelentes signos de identificación. La impresión digital permite capturar a muchos malhechores. En la parte superior pueden verse los tipos principales de huellas digitales. La palma de la mano (a la derecha) posee ciertas rayas muy marcadas, que también varían en los distintos individuos.



La mano habla
El «echar la buenaventura» basándose en las rayas de la mano es una antigua superstición (abajo). Actualmente las rayas de la mano se observan bajo otro punto de vista, pues presentan modificaciones características en una persona con ciertas taras congénitas, por ejemplo, el mongolismo.

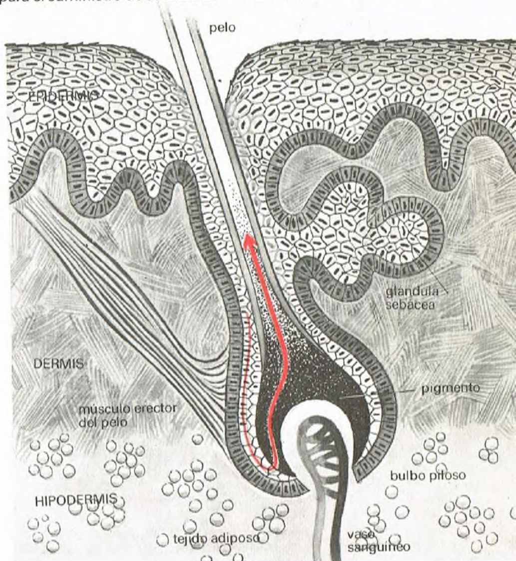


soportar 12 kg. A través de la , 'el se elimina al día cerca de 1 litro de agua, 1 gramo de sustancias córneas procedentes de células superficiales muertas, y 2 gramos de sebo. El sebo es la «crema de belleza» natural. Hace blanda y flexible a la piel y, junto con el ácido láctico del sudor, forma, bajo la influencia de las bacterias de la piel, una débil membrana que ofrece una excelente protección contra los organismos patógenos. Al lavarnos con agua y jabón, desaparece, con la suciedad, esta membrana protectora, si bien vuelve a formarse rápidamente.

A diferencia de nuestros parientes más cercanos en la escala animal, no necesitamos un grueso revestimiento piloso, ya que hemos aprendido a protegernos del frío por otros medios. El pelo que todavía conservamos es un vestigio de anteriores etapas de nuestra evolución. Según la Biblia, la fuerza de Sansón residía en sus largos cabellos; durante mucho tiempo, se creyó que los calvos eran débiles y envejecían pronto. La cabellera siempre ha sido objeto de los caprichos de la moda (véase artículo Moda). En el s. XVIII las mujeres lucían un peinado muy alto, en forma de torre, mientras que en los años 20 llevaban el pelo muy corto; en otro tiempo los caballeros utilizaban elegantes pelucas; hoy algunos jóvenes tienen a gala lucir un cabello muy largo y desmelenado.

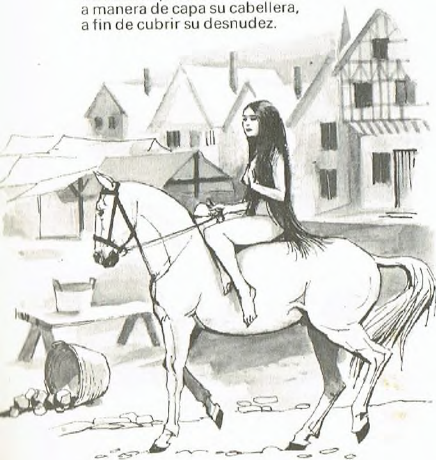
El cabello

La raíz del cabello, con su parte inferior, el bulbo piloso, está situada en un repliegue de la epidermis. Este repliegue está dotado de un vaso sanguíneo para el suministro de sustancias nutritivas, una o varias glándulas sebáceas para el engrase, y un músculo que provoca el erizamiento del cabello. Las células pigmentarias, sitas junto a la raíz, dan al pelo su color.



El cabello de lady Godiva

El cabello puede alcanzar gran longitud, especialmente en las mujeres. Este debió de ser el caso de lady Godiva, la cual, según la leyenda, al ser obligada a recorrer desnuda la ciudad de Coventry, a caballo, dispuso a manera de capa su cabellera, a fin de cubrir su desnudez.





pelo liso



pelo rizado





Pelo liso y pelo rizado

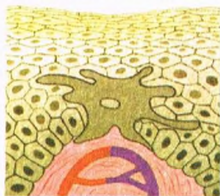
El aspecto del cabello depende fundamentalmente de su color. Pero también es consecuencia del número de pelos, su grosor y su forma. Las personas rubias tienen el pelo más fino y poblado (unos 150000 cabellos) que las morenas (unos 100000). El cabello posee diferentes características en las distintas razas: el de los mongoles es más espeso que el de los europeos. En los individuos de pelo liso, los cabellos son redondos y de igual grosor; en los de pelo rizado son planos y de espesor irregular. Todos los adultos tienen rizado el pelo que aparece en las axilas y en torno a los órganos genitales.



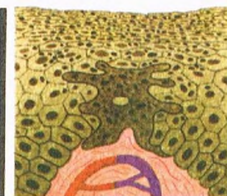
Color de la piel

El color de la piel varía en los distintos pueblos. En la fotografía aparecen dos compañeras de trabajo que pertenecen a pueblos muy diferentes: una rubia sueca, de piel blanca, y una joven tailandesa, de piel oscura. A pesar de las diferencias en el color de la piel, ésta tiene, en todos los hombres, idéntica constitución anatómica.

El color de la piel depende de un pigmento, casi negro (melanina), sito en la epidermis; depende, asimismo, del color natural de la piel (blanco), y de la cantidad de sangre que recorre la dermis. Todas las razas poseen células pigmentarias; se diferencian tan sólo por la cantidad de melanina que contienen. El pigmento protege contra la radiación solar. Cuando las células pigmentarias son estimuladas por la luz solar, emiten mayor cantidad de pigmento (abajo).



antes de tomar el sol



después de tomar el sol

La uña

La uña, al igual que la garra de una fiera, es una formación córnea de la epidermis. La uña descansa sobre el lecho ungueal. Su crecimiento se debe a la formación de nuevas células en la raíz ungular. La parte posterior de esta raíz penetra en un pliegue cutáneo, en tanto que la anterior aparece como una lúnula blanquecina. Las uñas crecen cerca de 0,1 milímetro al día.



Corte transversal de la piel

El aspecto de la piel viene determinado por la herencia y el ambiente. La herencia determina, p. ej., el grado de *pigmentación* de la piel y el cabello. La influencia ambiental puede hacer que la piel sea tostada o surcada de arrugas. En todo caso, nuestro estado de salud se refleja en el color de las mejillas.

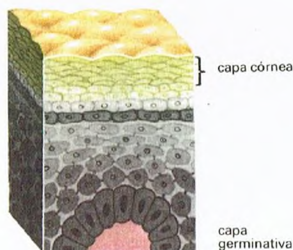
Pero aun cuando dos personas tengan una piel muy diferente, ello se debe tan sólo a pequeñas variaciones de las células o de los tejidos cutáneos. Un blanco posee igual número de células pigmentarias que un negro, pero las condiciones hereditarias de éste hacen que las células profundas, en la capa celular de la epidermis, formen más pigmento. Los pelirrojos tienen en sus cabellos un tipo especial de pigmento y son, a menudo, pecosos, lo que significa que no todas las células pigmentarias fabrican pigmento negro. En casos excepcionales, la pigmentación no existe en absoluto y la piel posee entonces un color blanco amarillento (albinismo).

Nuestra fuerte y resistente *epidermis* necesita constantemente nuevas células epiteliales que sustituyan a las que se desgastan en la superficie de la piel. Las células epiteliales, en su desplazamiento hacia la superficie, van adquiriendo una forma cada vez más plana. La *dermis* está formada por tejido conjuntivo, cuyas fibras elásticas dan a la piel flexibilidad y elasticidad. La dermis es, al igual que la hipodermis, muy rica en vasos sanguíneos y nervios, que están en conexión con los órganos sensoriales. Algunos de estos últimos, los que transmiten el dolor, se encuentran algo más hacia el exterior, en la epidermis. La hipodermis se compone de un tejido conjuntivo con cantidades más o menos importantes de tejido adiposo, el cual presta al cuerpo su suave contorno.

Las *glándulas sebáceas* desembocan en la base de los cabellos. Las sudoríparas lo hacen en la superficie de la piel. La secreción de sudor es mayor cuanto más alta es la temperatura del cuerpo. La evaporación del sudor, en la superficie del cuerpo, requiere calor. Este se toma de la propia piel, que de este modo se refresca. La sangre, que circula entonces activamente bajo la piel, suministra calor, a medida que éste se va perdiendo.

La epidermis cierra el paso a la mayoría de las sustancias extrañas. Muchas de las cremas de belleza, tan anunciadas, no pueden penetrar hasta la dermis, para mejorar la situación de las fibras que dan a la piel su elasticidad. Las arrugas aparecen cuando las fibras elásticas se distienden y se rompen debido al envejecimiento.

Crecimiento de la piel
La epidermis se compone de células epiteliales que van desde la capa interior hacia la superficie y se van transformando en escamas córneas muertas. En la capa germinativa nacen nuevas células. Cuando llegan cerca de la superficie, almacenan sustancias córneas, pierden poco a poco su núcleo y mueren. En la parte más exterior, se secan, formando escamas que poco a poco se desgastan y son sustituidas por las que van aflorando desde la parte inferior.





Carne de gallina
Cuando hace frío, los músculos cutáneos de cada pelo se encogen. Los pelos se ponen de punta, para abarcar entre ellos un mayor volumen de aire, ya que éste aísla el calor. Como el hombre tiene poco pelo, se forman en su piel pequeños gránulos, «la carne de gallina».

EPIDERMIS
DERMIS
HIPODERMIS
receptor del frío
terminaciones nerviosas sensibles al dolor
glándula sebácea
papilas
vaso sanguíneo
músculo erector del pelo
terminaciones nerviosas profundas
glóbulo adiposo
glándula sudorípara
raíz del pelo
receptor del tacto
arteria
vena

Las capas de la piel
La piel consta de tres capas principales: la hipodermis, con los tejidos adiposos y receptores sensibles a la presión; la dermis, con fibras elásticas de tejido conjuntivo, y la epidermis, formada por células epiteliales. La dermis forma papilas en las que se encuentran vasos sanguíneos y cuerpos sensoriales superficiales.

Sangre, sudor, sebo
En la dermis e hipodermis abundan los vasos sanguíneos que aportan sustancias nutritivas. El calor del cuerpo se regula mediante las adecuadas dilataciones o constricciones de los vasos sanguíneos cutáneos, y también mediante el sudor, cuya evaporación actúa como refrigerante. El sebo de las glándulas sebáceas hace flexible a la piel.

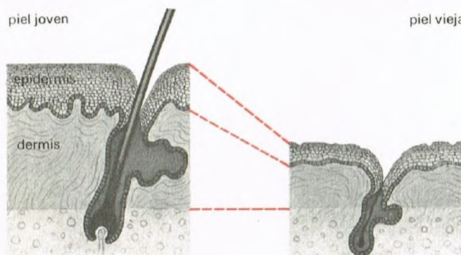
Sentidos cutáneos
Los receptores sensoriales de la dermis e hipodermis nos suministran constantemente información acerca del medio ambiente. Los distintos corpúsculos sensoriales registran diferentes tipos de información. Por ello, en la superficie de la piel existen diversos puntos sensibles al frío, al calor, al dolor, al tacto suave o a la presión.



piel joven



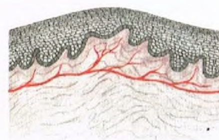
piel vieja



Envejecimiento
A medida que se envejece, las células van disminuyendo su actividad. Decrece la formación de nuevas células en la epidermis y ésta se hace más delgada. El cabello crece más lentamente y se hace ralo. La dermis disminuye también de grosor y sus fibras elásticas se tornan frágiles y quebradizas. En consecuencia, la piel se vuelve delgada, seca y rugosa.

Alteraciones de la piel

La piel refleja muy sensiblemente los distintos cambios de nuestro estado interno. «Así, ... el colorido natural de la resolución queda debilitado con la pálida cobertura de la preocupación...», como decía Shakespeare. Pero la piel no sólo refleja las variaciones accidentales del humor. La tez de los anémicos es pálida; la de los ictéricos, amarillenta; la de los nefríticos graves, marrón amarillenta; y la tez de los que padecen una lesión grave de corazón es de una palidez azulada. Estos síntomas son bien conocidos por el médico experto; mediante ellos puede diagnosticar, a simple vista, la enfermedad del paciente.
La vejez supone cambios inexorables de la piel; salen arrugas y los cabellos se tornan grises. Por otra parte, nadie puede evitar, en algún momento de su vida, molestias más o menos ocasionales, como callos, verrugas, caspa y –sobre todo en la pubertad– barrillos y granitos. Por lo general, los lunares no son congénitos. Pueden deberse a falta de riego sanguíneo, verrugas o manchas de pigmentación. En casos excepcionales, los lunares pigmentarios pueden crecer y formar tumores malignos.
Ciertas enfermedades infecciosas, como el tifus, tifus exantemático, erisipela, erisipela traumática y las «enfermedades



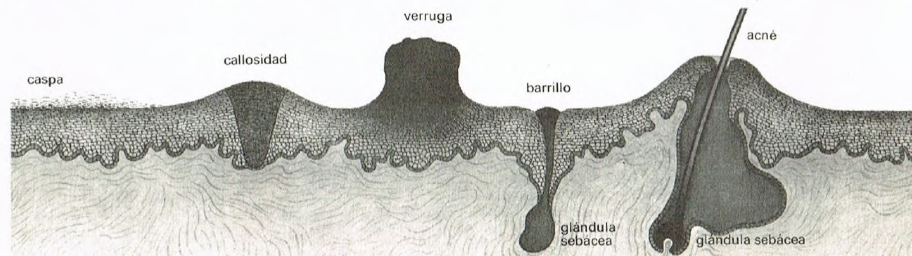
sarampión



viruela

Erupción
Ciertas enfermedades infecciosas se reconocen por sus erupciones características. Por ejemplo, las manchas rojas provocadas por el sarampión y la varicela se deben a un exceso de sangre en los vasos sanguíneos superficiales de la piel. La erupción, en forma de ampollas, de la viruela se debe a que se forman espacios llenos de liquido, a causa de que los humores corporales penetran entre las células de la epidermis y las hacen estallar.

Afecciones cutáneas benignas
La caspa de la raíz del cabello está ocasionada por un incremento en el crecimiento de la epidermis, debido al cual la capa superficial se desprende en grandes escamas, en vez de irse desgastando, poco a poco, imperceptiblemente. El roce frecuente hace aumentar la producción de células córneas: de esta forma aparecen las callosidades. Los barros son tapones córneos en las desembocaduras de las glándulas sebáceas, coloreados por los productos de la descomposición. Las glándulas sebáceas infectadas originan el acné.

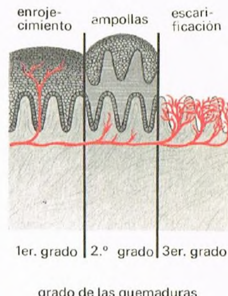


infantiles» normales (sarampión, rubéola, varicela y escarlatina), se ven acompañadas de irritaciones cutáneas. Las erupciones pueden ser también síntoma de excesiva sensibilidad contra algún alimento o medicina, como en el caso de la alergia.

Ciertas enfermedades atacan solamente la piel. De este tipo son, entre otras, ciertos tumores (benignos o malignos), las infecciones locales debidas a bacterias, virus u hongos, las llagas crónicas de varices y la psoriasis, posiblemente hereditaria, cuyos síntomas son la aparición de escamas y eccemas de diversos tipos. El eccema es una de las enfermedades laborales más molestas, ya que a menudo es provocada por sustancias, como jabones, pegamentos, cemento, harina, etc., con las que determinados operarios deben estar en contacto diario. A veces, para curarse de él, es preciso cambiar de oficio.

La ciencia que se ocupa de las enfermedades de la piel se llama dermatología. Los dermatólogos tratan también las enfermedades venéreas, por la repercusión que éstas, a excepción de la gonorrea, tienen sobre la piel. Los especialistas en radioterapia y en cirugía plástica aprovechan en su trabajo la fantástica capacidad de regeneración y de curación de la piel.

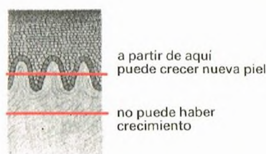
10%
35%
10%
1%
20%

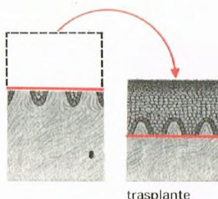


grado de las quemaduras

Quemaduras
Las quemaduras se dividen en tres grados, según su gravedad. 1.º: Hinchazón y enrojecimiento. 2.º: Ampollas. 3.º: Epidermis totalmente destruida y dermis destruida en parte. Para curar las quemaduras que abarcan del 5 al 10%, o más, de la superficie del cuerpo se requiere el ingreso en un hospital. Lo mismo ocurre con quemaduras en lugares muy sensibles (rostro, órganos genitales, articulaciones, etc.).

La piel se cura
Para la curación de las heridas cutáneas, es preciso que se conserve parte de la capa germinativa de la epidermis, a fin de que pueda crecer una nueva piel que cubra la superficie de la herida. Si se pierde esta capa, la nueva piel sólo puede crecer a partir de los bordes de la herida, de modo que, cuando el espacio intermedio es demasiado grande, aparece una cicatriz, siempre antiestética.

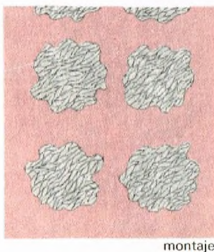




trasplante



obtención del injerto



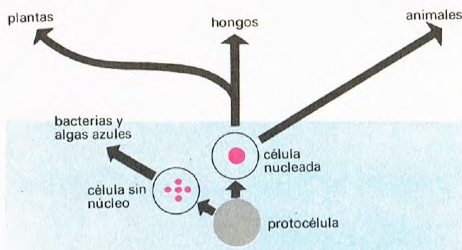
montaje



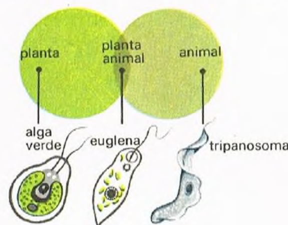
crecimiento

Trasplante de piel
En caso de amplias quemaduras de tercer grado es preciso proceder a un trasplante de piel. Se rae de manera muy regular la piel de, por ejemplo, el muslo, levantando una capa muy fina. La superficie descubierta se cura pronto, ya que el fondo de la epidermis ha quedado intacto entre las papilas cortadas de la dermis. El trozo de piel obtenido se coloca sobre la superficie quemada, entero o repartido en trozos pequeños.

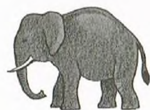
Al cabo de unas pocas semanas, los trozos de piel han crecido hasta unirse; de este modo puede cubrirse una zona mayor que el trozo de piel trasplantado.



Arbol «genealógico»
Según muestra arriba el árbol «genealógico», el origen de todo lo viviente fueron los primitivos organismos protocelulares surgidos en los océanos. Posteriormente se produjeron las formas multicelulares, pero, en realidad, con los organismos unicelulares se inició ya la diferenciación entre las plantas y los animales. Los hongos a veces se consideran un tercer reino, al margen del vegetal y animal.







¿Planta o animal?
El criterio habitual para distinguir entre plantas y animales es la inmovilidad de aquéllas. Pero en los niveles inferiores del mundo orgánico los límites son menos precisos, ya que los vegetales unicelulares son, con frecuencia, móviles. En este caso, se consideran vegetales los organismos que llevan clorofila y que elaboran por sí mismos los alimentos. De todos modos existen ciertos tipos intermedios, p. ej. la euglena, que son origen de discusión entre botánicos y zoólogos.

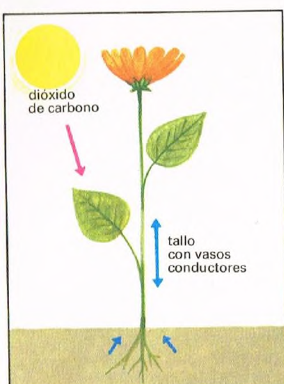


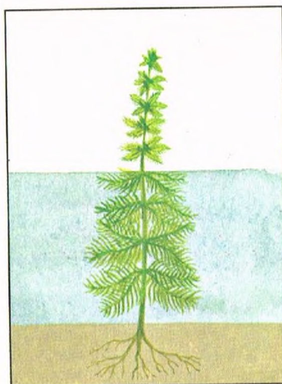
Los productores de alimentos
Los vegetales son capaces de nutrirse por sí solos con ayuda de la energía solar. Los animales, en cambio, tienen que buscar los alimentos, y viven gracias a la energía almacenada por los vegetales: comen directamente las plantas o bien los animales herbívoros. Las plantas fueron los primeros organismos que pasaron a tierra firme, desde el mar y el agua dulce. Su adaptación a distintos medios ha comportado, en todas partes, su coexistencia con los animales.

PLANTAS

Su configuración y su ambiente

El reino vegetal cuenta con un gran número de especies, desde las algas unicelulares hasta los grandes árboles. Su configuración exterior y su estructura interna varían, sin apartarse de unos prototipos que, en número limitado, han venido produciéndose a lo largo de la evolución.
Se distinguen dos grupos principales de plantas. El primero está representado por las algas verde-azuladas, con células indiferenciadas y desprovistas de núcleo. El segundo lo forman las plantas restantes, que poseen células completas, con núcleo. Las características de las plantas dependen, en alto grado, del *ambiente*. Los factores que más contribuyen a establecer tales características son: el humus, la composición del aire, la disponibilidad de agua, las condiciones de luz y meteorológicas, los organismos vecinos, etcétera. El grado de acidez (pH) del *subsuelo*, así como su consistencia y su contenido en varias sustancias minerales, son de gran importancia para la formación de las plantas. Los terrenos calcáreos de ciertas regiones confieren a la vegetación un carácter especial. Las plantas absorben el dióxido de carbono del *aire* como base de su alimentación, pero requieren además otros muchos elementos. Las impurezas del aire provocan un crecimiento deficiente de las plantas.
Las plantas basan su régimen alimenticio en la energía solar, absorbida por la clorofila, el pigmento verde de los vegetales. Así, pues, la luminosidad desempeña una función decisiva en la vida de los vegetales y en la diversificación de las especies. El vegetal que arraiga en un lugar sombrío tiene las hojas más anchas, un tono más pálido y el tallo más endeble que los que crecen en zonas sumamente soleadas.
La *temperatura ideal* varía según las especies. Hay ciclos de vida vegetal que requieren condiciones muy específicas en este aspecto.
Las plantas, como los animales, necesitan del *agua* para subsistir. La mayoría de plantas terrestres requiere compensar la pérdida del agua evaporada por la superficie de las hojas. Ciertos vegetales resisten más que otros a los períodos de sequía, gracias a que poseen una capa protectora de cera, un revestimiento velloso, o una reserva de agua en sus tejidos. Los vegetales tienen que adaptarse, además, a aquellos organismos con los que normalmente conviven (insectos, hongos, etcétera).







La tierra y el aire
Arriba vemos una planta terrestre «normal» con raíz, tallo, hojas y flor. Con ayuda de la energía solar se elaboran los alimentos, que se transportan por los canales capilares del tallo. Las hojas recogen del aire dióxido de carbono, las raíces absorben agua y la flor se encarga de la reproducción.

El agua y el aire
En las plantas acuáticas que sobresalen algo del agua, la parte aérea absorbe dióxido de carbono para la planta entera. Las hojas que crecen dentro del agua tienen una forma distinta de las que están al aire libre con el fin de recoger los gases disueltos. Son largas, delgadas y de lóbulos finos.

Las plantas acuáticas
Los vegetales de vida submarina se hallan adaptados a recibir dióxido de carbono sólo en forma disuelta. El gas disuelto es absorbido por la superficie porosa de las plantas acuáticas. Las algas carecen de raíz, tallo y hojas, y muchas plantas acuáticas superiores carecen también de raíz.

bosque
arbustos
árboles
pradera
líquenes
sobre la roca
algas flotantes
(plancton)
algas lacustres
(verdes)
hongos
en el suelo
algas marinas
(pardas y rojas)

La forma y el ambiente
La forma de los vegetales depende en gran medida del ambiente. Las algas flotantes son microscópicas y están provistas de órganos especiales que las mantienen a flor de agua. Las algas sedentarias no tienen propiamente raíces, sino que obtienen directamente del agua alimentos y gases disueltos. Los hongos terrestres viven de elementos vegetales descompuestos, gracias a sus hifas subterráneas. En los líquenes se da la asociación de un alga con un hongo, que es capaz de vivir incluso en el ámbito estéril de una piedra.

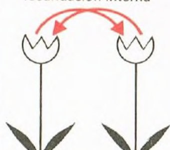
Reproducción
La reproducción asexual de las plantas tiene lugar por la separación de yemas que dan lugar a nuevos individuos, o por la escisión de un individuo en dos mitades iguales. La reproducción sexual supone, la mayoría de veces, la fecundación interna. Las plantas hermafroditas contienen en una misma flor los dos sexos, pero, al igual que las plantas dioicas, necesitan a veces para fecundarse el polen de otras plantas. La fecundación externa, común a las plantas acuáticas, implica el encuentro de las células sexuales en el agua.

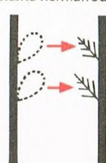

gemación


bipartición

reproducción asexual

fecundación interna


planta hermafrodita


planta dioica



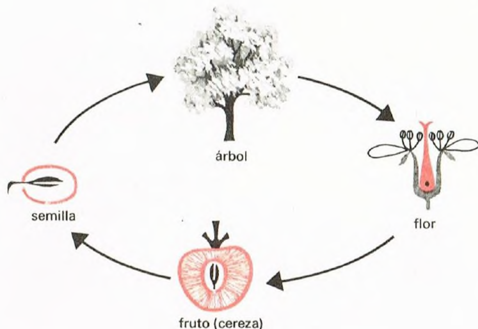
reproducción sexual

Reproducción y diseminación

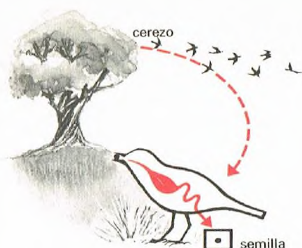
Los vegetales han desarrollado los más variados métodos para reproducirse y para diseminar sus frutos y semillas. Los hongos y otros vegetales inferiores se reproducen mediante *esporas* formadas por vía asexual. Estas, al ser muy ligeras, se trasladan fácilmente lejos del punto de su formación. Las esporas se producen en cantidades enormes. Pese al gran porcentaje de pérdidas, la cantidad de esporas germinadas resulta siempre suficiente para propagar la especie en un sector muy amplio. Los vegetales superiores forman sus *frutos* y *semillas* por vía sexual, al fecundar los granos de polen a los óvulos de la flor (véase Flores 2). Son muchas las especies que sólo producen uno o dos frutos en cada período de floración. Estas especies no logran propagarse con amplitud, y para que no se extingan es importante facilitar la germinación a las escasas semillas. Muchas plantas acuáticas, p. ej. las algas unicelulares, se reproducen por vía asexual mediante la *partición*. Otras especies multicelulares, como las algas sedentarias, tienen *fecundación externa*, al juntarse las células sexuales en el agua. Existen también algunos vegetales, con

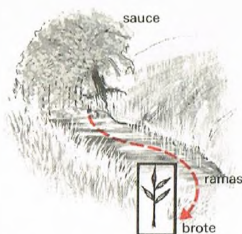


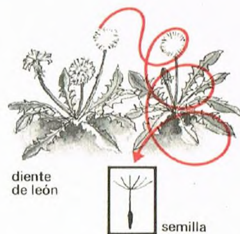




El desarrollo de un cerezo
El ciclo reproductor del cerezo constituye un ejemplo de cómo se reproducen los vegetales superiores. En primavera, las abejas y otros insectos revolotean en torno al cerezo y van de flor en flor recogiendo néctar y polen. Al posarse en una flor, se les adhiere al cuerpo algo de polen, que, ocasionalmente, puede desprenderse sobre el estigma de otra flor. La fecundación tiene lugar en el ovario de la flor, que se desenvuelve formando luego una drupa con una semilla. Ésta, una vez caída al suelo, germina y constituye un vástago, que con el tiempo será un árbol adulto.



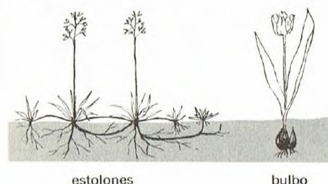


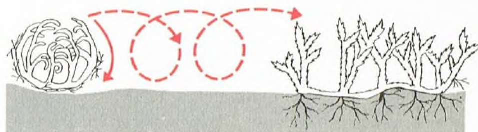


Diseminación por vía animal
La diseminación de los frutos y semillas se produce muchas veces por vía animal. La semilla de un cerezo, por ejemplo, es expulsada por los excrementos de un ave lejos del árbol originario.

El agua corriente
El agua corriente es otro agente diseminador de las plantas. Las ramas jóvenes, los frutos y semillas que caen al suelo a veces son transportados por el agua, y arraigan en otra parte, lejos de la planta de origen.

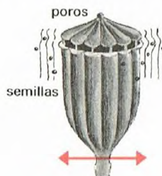
El viento
Los frutos ligeros o provistos de algún órgano sustentado pueden diseminarse por el viento. Todo el mundo conoce el vuelo de los vilanos blancos del diente de león, que recuerda el vuelo de los paracaidistas.





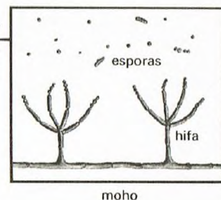
flores, que se han acomodado a la vida acuática. En estos casos, la polinización se efectúa dentro del agua. Los vegetales *diseminan* sus frutos y semillas con ayuda de los animales y los hombres, el viento o el agua; otros los diseminan por sí mismos. Los *animales,* al comer fruta en un lugar, trasladan, por medio de los excrementos, las semillas no digeridas a lugares muy distantes. Los frutos y semillas de las plantas espinosas o pegajosas se adhieren con facilidad al pelaje de los animales trashumantes. Los *hombres,* al viajar, difunden muchas plantas de un continente a otro. El *viento* disemina los frutos y semillas ligeros. Los frutos de los vegetales ribereños tienen, a veces, un tejido especial que permite su traslado por las *aguas corrientes* hasta puntos lejanos. Entre las plantas *autodiseminadoras* lo normal es que un mero golpe de viento rompa el fruto por explosión, y caigan, por consiguiente, las semillas. Los vegetales superiores pueden diseminarse también sin frutos ni semillas. Muchos vegetales se diseminan por vía vegetativa, mediante retoños y vástagos, tanto en la superficie como en el subsuelo. La cizaña, que se disemina de esta manera, es muy difícil de exterminar.

El suelo y el subsuelo
Muchos vegetales están provistos de vástagos, estolones y tallos horizontales, etc., que pueden estar tanto por encima del suelo, como en el subsuelo. Otros tienen tubérculos subterráneos capaces de reproducir la planta. En algunas especies, la propia planta se traslada por el suelo. La rosa de Jericó, planta desértica africana (arriba), se encoge con el tiempo seco, formando una bola que el viento traslada a otros lugares en que haya condiciones más favorables para arraigar.

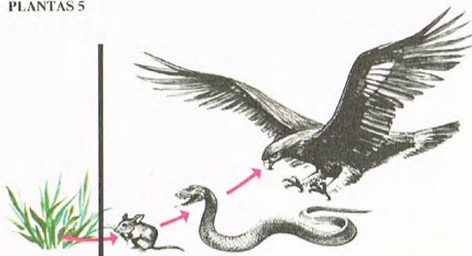


Sacudidas
Hay frutos que caen al suelo por su propio peso y otros que si no se sacude el árbol, no caen. El pericarpio de la amapola (izquierda) tiene una serie de poros diminutos debajo de su tapa superior, por los cuales salen las semillas al agitarse la planta. Las semillas van a parar bastante lejos.





Esporas en el aire
Los hongos y otras plantas se diseminan mediante esporas ligeras y pequeñas que vuelan por el aire. Pueden elevarse hasta una altura de 10 000 metros. La figura muestra un trozo de pan con mohos, cuyas esporas vuelan como una nube. A la derecha se representan los filamentos de los hongos denominados hifas, que originan cadenas de esporas.

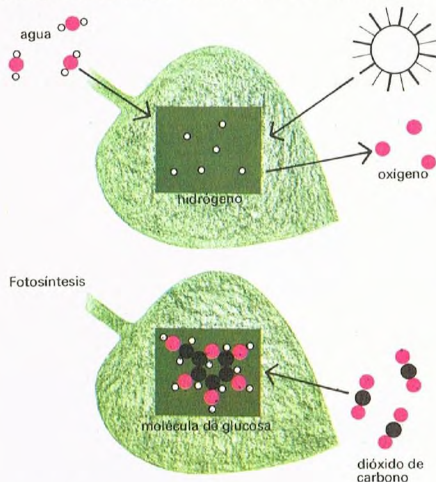


Las cadenas alimentarias de la naturaleza

Los vegetales verdes producen, a base de compuestos simples orgánicos, las complejas sustancias alimenticias fundamentales en todos los organismos vivos para obtener energía. Los animales no son capaces de producirlos y han de aprovechar los alimentos elaborados por los vegetales. Las cadenas alimentarias de la naturaleza pueden ser breves o largas y complicadas. En la figura, el roedor come las plantas, y es comido luego por la serpiente. El ave rapaz ingiere la serpiente y, al devorarla, constituye el tercer eslabón de la cadena alimentaria, iniciada por el alimento vegetal.

Descomposición del agua por la luz solar

Los vegetales producen compuestos orgánicos con el dióxido de carbono y el agua, por medio de la fotosíntesis. La primera fase de la fotosíntesis requiere la presencia de la luz (véase abajo). La energía de la luz solar es absorbida por la clorofila y utilizada, entre otras cosas, para descomponer el agua en oxígeno e hidrógeno. El oxígeno se libera por las hojas, mientras que el hidrógeno se une en primer lugar a una enzima. El resto de energía se acumula en compuestos energéticos. La clorofila desempeña la función de catalizador.



Síntesis de la glucosa, sin luz

El producto final de la fotosíntesis es un compuesto orgánico, la glucosa, que se produce al reaccionar el hidrógeno, obtenido del agua en la fase anterior, con el dióxido de carbono del aire, el cual entra por los poros de las hojas (estomas). Esta reacción requiere energía, la cual procede de los compuestos energéticos originados en la primera fase de la fotosíntesis. En esta segunda fase la presencia de luz no es necesaria. Parte de la glucosa se transforma luego en almidón, que constituye una reserva alimenticia en las células.

Los productores naturales de alimentos

En el curso de un año los vegetales transforman en glucosa cerca de 200000 millones de toneladas de carbono, que obtienen del dióxido de carbono atmosférico y del agua. Este proceso se denomina *fotosíntesis* o *función clorofílica.* El aire contiene aproximadamente un 0,03 % de dióxido de carbono. Se ha calculado que los vegetales consumen cada año 1/30 de todo el anhídrido carbónico existente en la atmósfera de la Tierra; por consiguiente las existencias de dióxido de carbono se agotarían en un período de 30 años. Pero existe un factor principal que lo impide: la formación de dióxido de carbono a partir de la respiración de plantas y animales, y la absorción del mismo por la atmósfera. En la respiración, las sustancias alimenticias producidas con la fotosíntesis se descomponen desprendiendo energía.

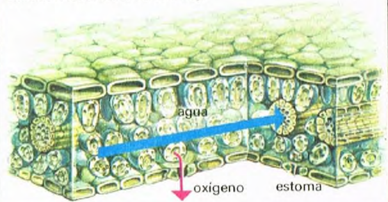
Las distintas reacciones de la fotosíntesis no son aún completamente conocidas; el proceso básico estriba en el aprovechamiento de la energía solar por parte de los vegetales, con ayuda de su *clorofila.* Gracias a ello producen *glucosa,* mediante el dióxido de carbono del aire y el agua que absorben del suelo. Los vegetales necesitan luz sólo durante la primera fase de la fotosíntesis, en que se absorbe y acumula la energía luminosa. Luego, esta energía se utiliza para los demás procesos, que pueden desarrollarse en la oscuridad. Las hojas son las que se encargan principalmente de la fotosíntesis. Gracias a su forma laminar, las hojas ofrecen a los rayos solares una superficie receptora extensa, y sus células, llenas de clorofila, permiten la fácil absorción de la energía solar. La *glucosa* producida durante la fotosíntesis se distribuye por todas las células de la planta, donde se descompone despidiendo energía o bien se convierte en otras materias, por ejemplo, *almidón.* En caso de necesidad, el almidón acumulado se descompone para formar nueva glucosa. Tanto en las hojas y raíces como en el tronco o tallo existen canales para el transporte de las diferentes sustancias. Una clase de canales lleva agua y sales desde la raíz hasta las hojas, mientras que otra clase distribuye, por todo el vegetal, el alimento elaborado. El dióxido de carbono del aire entra directamente por los orificios de las hojas. Los vegetales, gracias a la fotosíntesis, producen alimentos orgánicos para los animales. Un resultado secundario de la fotosíntesis es la producción de oxígeno. Gran parte de la energía solar se consume en la primera fase del proceso alimenticio, dentro de los vegetales. Sólo una pequeña parte de ella pasa a los animales.

Rama
La rama consiste en una porción de tallo con hojas. Su extremo (la yema) tiene un punto de crecimiento, cuya actividad celular es muy intensa y a cuyo cargo corre el desarrollo de la rama. Las yemas producen flores y nuevas hojas.



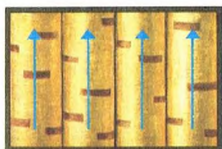




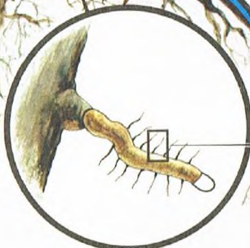


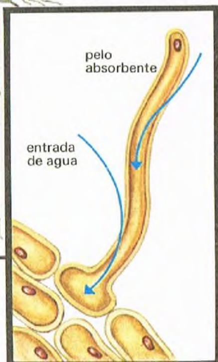
Frutos
El ovario de la flor madura forma un fruto que encierra una o varias semillas. En el caso del manzano y otros vegetales cultivados, los frutos se producen sin previa polinización ni fecundación.

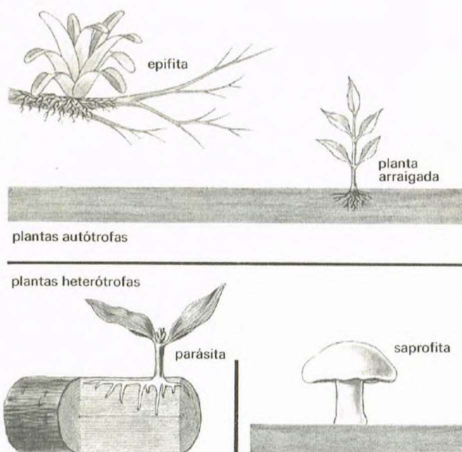
Las hojas
Las hojas tienen en la parte externa una capa impermeable, la cutícula, que cubre la epidermis. Debajo de la epidermis se halla una capa de células cilíndricas, el parénquima en empalizada, muy rico en clorofila. Más abajo hay otra capa o parénquima lagunar, cuyas células contienen poca clorofila. Las hojas disponen también de un tejido conductor para transportar las sustancias alimenticias, el agua y las sales.


vasos conductores

La raíz y el tronco
La función de la raíz es la de arraigar el vegetal en el subsuelo, por un lado, y por otro, la de absorber el agua y otras sustancias alimenticias. El agua entra en las células de los pelos absorbentes (véase ampliación de la derecha), situados encima de la zona de crecimiento y algo distantes de la extremidad de la raíz. El agua asciende desde la raíz por los vasos conductores del tronco hasta los puntos más distantes del vegetal. Los alimentos producidos en las hojas se transportan en dirección opuesta. El tronco cumple, además, una función de sostén y tiene células de paredes duras y lignificadas. (Véase la figura de arriba.)







Diversos tipos de alimentación
Las plantas que producen sus alimentos se llaman autótrofas. La mayor parte de ellas viven en el suelo; algunas, denominadas epifitas, se aprovechan de otras plantas para alcanzar más altura y disfrutar de la luz. Los demás vegetales que no se procuran por sí mismos la nutrición se llaman heterótrofos. Estas plantas, al igual que los animales, tienen que sustentarse con alimentos orgánicos complejos. Existen dos tipos de heterótrofas: las saprofitas, que se desarrollan sobre las sustancias en descomposición, y las parásitas, que se sustentan a costa de los vegetales y animales vivos. Algunos hongos parásitos a veces provocan enfermedades.

Peculiaridades del reino vegetal

Los vegetales se han adaptado de distintas maneras al medio ambiente. Algunos han desarrollado ciertos rasgos característicos para vivir en unas condiciones determinadas. Por supuesto, existen los que son capaces de adaptarse a cualquier ambiente, mientras que otros tienen exigencias muy concretas respecto del lugar de implantación.

En muchos casos, la adaptación al ambiente ha provocado una cooperación por parte de dos o más organismos, es decir, una *simbiosis*. Un ejemplo muy conocido de simbiosis lo ofrecen los líquenes, ya que en ellos las algas y los hongos conviven para bien de ambos. Otro ejemplo: la micorriza, que es una asociación de hongos con las raíces de los árboles. Esta forma de mutua dependencia puede producirse incluso entre las plantas y los animales. Hay plantas que se polinizan con una sola especie de insecto, y los insectos, por su parte, sólo ponen huevos en los tejidos de esas plantas. Ciertos animales, p. ej. las hormigas, mientras están en una planta la protegen de las alimañas, correspondiendo así a la hospitalidad recibida. Pero no siempre la simbiosis redunda en provecho para ambas partes. Los bejucos y otras plantas semejantes, que se enrollan alrededor de los vegetales contiguos en busca de apoyo y luz, no son útiles a la vegetación huésped e incluso, al crecer, la perjudican. Las



Los vegetales más grandes y más viejos
En los bosques californianos se encuentran los árboles coníferos más grandes del mundo. Crecen aisladamente o en grupos y alcanzan casi 150 metros de altura y un diámetro de 12 m en su base. Los ejemplares más viejos tienen de 3 000 a 4 000 años de existencia, lo cual significa que se trata de uno de los organismos más viejos que existen. Hoy se prohíbe la explotación de estos árboles para que no se extingan.

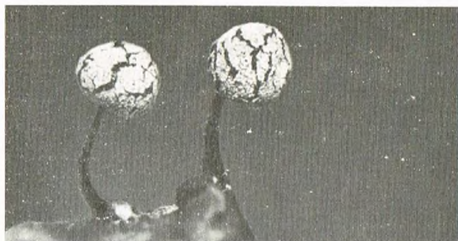


La enredadera que mata
En la ilustración aparece una palmera rodeada por una especie de higuera trepadora. Esta planta es una epifita inicialmente inofensiva, pero que progresivamente se extiende por toda la palmera y acaba estrangulándola.

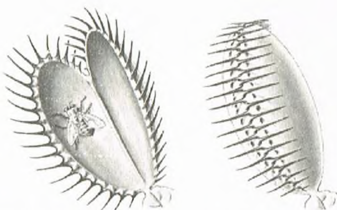
plantas *parásitas* representan un paso más: absorben alimentos del vegetal que las soporta. En cuanto a las plantas *carnívoras,* su medio de vida es muy peculiar; las especies pertenecientes a este grupo tienen varios órganos que capturan a los insectos visitantes para digerirlos con ayuda de enzimas.

En el caso de los *mixomicetos,* las condiciones exteriores han producido una forma muy especial de adaptación al medio ambiente. Cuando el tiempo es húmedo, se comportan como animales, es decir, se mueven, comen, etc.; en cambio, durante los períodos de sequía, se convierten en parásitos vegetales sedentarios y forman esporas. Por regla general, el tiempo y las condiciones meteorológicas ejercen una gran influencia en el tipo de adaptación. Las *plantas desérticas* siguen un régimen de economía del agua, consistente en una evaporación escasa a través de sus hojas. Las secoyas californianas probablemente deben su talla al clima templado y húmedo en que viven.

Las diversas formas de adaptación que presentan los vegetales son, a veces, difíciles de explicar. Para investigar el origen de las distintas especies, el testimonio de los fósiles resulta muy valioso. Los fósiles proporcionan una imagen clara de la evolución específica de los vegetales y de sus procesos de adaptación, origen de las peculiaridades del reino vegetal.



Vegetal y animal a la par
Los llamados mixomicetos son organismos de tipo intermedio entre los reinos vegetal y animal. Durante una de las etapas de su desarrollo constituyen una masa viscosa, capaz de trasladarse y de absorber partículas alimenticias: la etapa animal. En la etapa vegetal son sedentarios y forman esporas.



Plantas carnívoras
El reino vegetal cuenta con especies «rapaces» que se sustentan de carne. Ciertas plantas tienen hojas peludas y pegajosas con las que apresan pequeños insectos; otras tienen hojas que se cierran, capturando al insecto que se les acerca (arriba). Algunas plantas poseen varios tipos de cámaras o trampas, desde simples vesículas hasta formaciones más complicadas. La planta digiere el animal capturado mediante unas enzimas semejantes a las digestivas que posee el hombre.



Hormigas protectoras
Ejemplo de convivencia: por una parte, las hormigas provocan la formación de unas protuberancias vesiculares en la acacia para hacer sus nidos; por otra, la presencia de las hormigas libra al árbol de insectos dañinos.



El testimonio de los fósiles
En ciertas rocas se hallan, de vez en cuando, plantas petrificadas, convertidas en fósiles (arriba) y aprisionadas desde hace millones de años en los sedimentos. Estos hallazgos constituyen el objeto de estudio de los paleofitólogos, quienes investigan qué flora existió en la Tierra en tiempos pasados. Los fósiles nos permiten seguir la evolución de las diversas especies vegetales y explicar sus características.



Los animales y los vegetales se complementan
Ejemplo de interdependencia entre animales y plantas: si se deja encerrada herméticamente una planta, fenece por falta de dióxido de carbono (izquierda). Igualmente, si se encierra una rata muere por falta de oxígeno (drcha.). Si ambas se encierran juntas sobreviven, ya que la planta recoge el dióxido de carbono espirado por la rata, y ésta, al inspirar, absorbe el oxígeno que expele la planta (figura del centro).

anual
bienal
trienal
perenne
perenne
año primero
año segundo
año tercero
año cuarto

Longevidad
Las plantas presentan una escala muy variada de longevidad, según indican los ejemplos ilustrados abajo. Las que sólo viven un año florecen y fructifican en un período breve; las que viven dos o más años sólo florecen el segundo año o incluso más tarde.



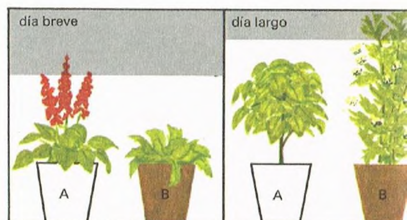
Formas biológicas e invernada
Se habla de la forma biológica de las plantas aludiendo a su manera de invernar. Los árboles y arbustos tienen resistentes troncos aéreos. Algunas hierbas perennes invernan gracias a los rizomas, bulbos o tubérculos; las plantas acuáticas, gracias a una parte del tallo de la planta madre o a las yemas.

Las plantas en la naturaleza

Las plantas no aparecen en la naturaleza arbitrariamente, sino sujetas a esquemas muy específicos. Las especies implantadas en una zona delimitada forman juntas una *comunidad vegetal,* caracterizada por la adaptación común a unas determinadas condiciones ambientales y climáticas. Los diversos medios ambientes han dado lugar a la formación de distintas comunidades vegetales: las ribereñas, las forestales, las tropicales, etcétera. Varias comunidades relacionadas entre sí constituyen una asociación vegetal. La composición de las asociaciones vegetales es tan característica y regular, que el estudio de la vegetación del suelo en ellas permite deducir las especies de árboles existentes.

Las diversas asociaciones de una zona de gran extensión constituyen una *formación vegetal.* Hay formaciones vegetales muy extensas, que reciben distintas denominaciones: *bosques tropicales* y *subtropicales, bosques de coníferas, tundra,* etcétera.

Las diferentes especies de una comunidad vegetal, a veces, se benefician de distintos aspectos del medio ambiente, complementándose así unas con otras. Los musgos y líquenes de un sotobosque no compiten con los árboles más altos, en el disfrute de luz y de aire. En cambio, entre otras especies se presentan diversos tipos de rivalidad por el espacio. Algunas plantas viven sólo uno o dos años (anuales y bienales, respectivamente);

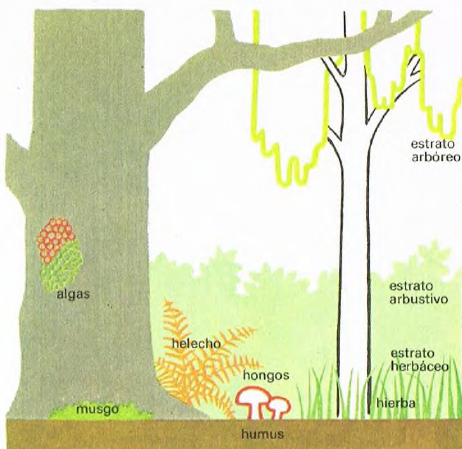


La necesidad de luz solar
La figura superior muestra las reacciones de dos vegetales distintos en un día breve y en otro largo, respectivamente. La flor A es una planta de día breve que no requiere más de doce horas de luz para florecer. El exceso de luz le impide florecer. La flor B es una planta de día largo, que necesita luz solar durante más de doce horas diarias para florecer.

otras, principalmente árboles y arbustos, son perennes. En general, los árboles y arbustos conservan en invierno los troncos externos a la tierra, mientras que lo único que persiste en las hierbas perennes son los distintos tipos de tallos subterráneos. La convivencia de diversos vegetales entre sí y de los vegetales con los animales es muy delicada. Una intervención nociva para una determinada especie puede comportar la transformación de toda la población.

El conjunto de diferentes factores ambientales, temperatura, humedad, luz, subsuelo, competencia, etc., determina la configuración particular de una comunidad. En ciertos casos, uno de los factores tiene una importancia mayor que los demás. El grado de concentración de sales del suelo y la constante filtración de agua salobre originan una asociación de especies vegetales muy particulares en el litoral. La humedad del subsuelo y el nivel del agua subterránea son, para la gran mayoría de las comunidades vegetales, los principales factores determinantes; de ahí la diferencia de vegetación entre los páramos secos, las húmedas praderas y los terrenos pantanosos.

En las altas montañas, la temperatura y la duración del período de vegetación ejercen una influencia decisiva. Algunas plantas requieren para su floración por lo menos unas doce horas diarias de luz solar; en cambio, a otras, varias de las tropicales, p. ej., les basta para florecer menos de doce horas diarias de luz.



Los estratos de vegetación del bosque

En la colectividad que constituyen las plantas en la naturaleza, o sea en las comunidades vegetales, se distingue una estratificación según el distinto tamaño de los vegetales. La vegetación forestal superior, es decir el estrato de los árboles, comprende los grandes vegetales leñosos. Por debajo de este estrato hay otro arbustivo que comprende los vegetales leñosos pequeños, como son los árboles achaparrados y los arbustos. El estrato herbáceo consiste en hierbas (gramíneas, helechos, etc.) y en plantas leñosas, como abrojos, zarzas y brotes jóvenes. Los musgos y líquenes del suelo, y los hongos forman el estrato criptogámico de los bosques. En distintas partes aparecen ciertos vegetales, p. ej., las algas pegadas al tronco de un árbol, que no entran en esta estratificación. En el estrato criptogámico hay siempre una capa de plantas muertas, que constituyen el humus.



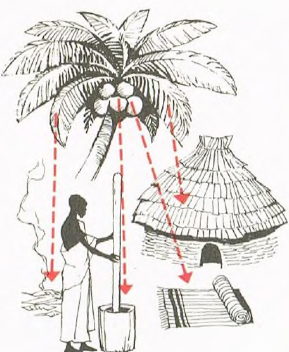
Bosque tropical

Los bosques tropicales presentan una estratificación muy variada. En ellos, las copas de los árboles pueden formar hasta seis estratos. Con el fin de conseguir más luz, muchas especies viven como epifitas.

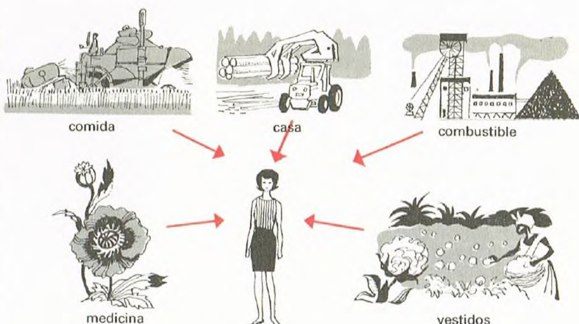


El desierto

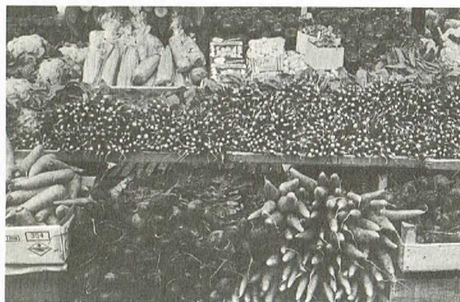
En la ilustración de arriba vemos un paisaje desértico cuya vegetación, muy escasa, consiste en gramíneas y varias especies de cactáceas, aptas para resistir la más extrema sequía. Las hojas a veces están cubiertas de una capa de cera, y los troncos acumulan el agua. Las pocas veces que llueve en el desierto, la vegetación varía de aspecto. Se vivifica el ambiente, y nuevas plantas crecen durante un período muy breve.



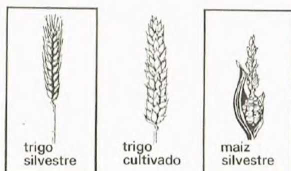
La explotación de los vegetales
Ciertas tribus poco desarrolladas dependen del cocotero en su vida diaria. Las frutas les proporcionan el alimento, y las hojas se utilizan en la construcción y como combustible.

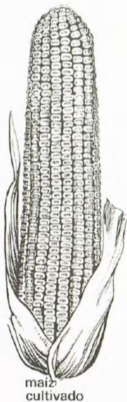


Los vegetales al servicio del hombre
En la actualidad el hombre depende todavía de los vegetales, aunque ha conseguido modificarlos de acuerdo con sus necesidades. Existen plantas que sirven para fines alimenticios o medicinales. Los árboles nos proveen de leña y combustible. Las plantas de algodón, el lino y otros vegetales son la fuente de materia prima para la fabricación de los tejidos.



Cultivo y mejoras
El hombre ha aprendido progresivamente a mejorar muchas especies silvestres. El trigo actual, p. ej., es un producto derivado del trigo silvestre, el cual tiene las espigas mucho más débiles que el cultivado. La mejora del maíz silvestre ha originado variedades con mazorcas más robustas. Así mismo de la col silvestre se han obtenido numerosas variedades, como la lombarda, la coliflor, el bróculi, la col de Bruselas, etcétera.





Las plantas y el hombre

En tiempos primitivos el hombre vivía de los frutos silvestres de la naturaleza. El reino vegetal no sólo le suministraba alimentos como las frutas, bayas y raíces, sino también el combustible necesario para el fuego, el ramaje y hojarasca para la cabaña, los materiales para las jabalinas y saetas, etc. Progresivamente el hombre fue aprendiendo a intervenir en los procesos de la naturaleza con miras a adaptarla a sus necesidades. Inició el *cultivo de las plantas* para asegurarse la provisión de alimentos en un lugar determinado y al perfeccionar los métodos de labranza y mejorar las especies consiguió aumentar la productividad de los cultivos. El progreso de la técnica agrícola ha sido muy notable en nuestro siglo. Hoy en día, los científicos, gracias al conocimiento de las leyes biogenéticas, son capaces de conseguir prácticamente cualquier propiedad en las plantas cultivadas. Son muchas las especies y variedades de plantas que el hombre ha logrado incorporar a su servicio. En primer lugar, contamos con las plantas alimenticias, pero también disponemos de las medicinales, las productoras de madera y de materias combustibles, las que sirven para elaborar pasta de papel y materias textiles, etc.

La nutrición vegetal constituye la base de nuestra existencia. En los países donde se utilizan los recursos de la técnica agrícola moderna, el rendimiento de la labranza basta para satisfacer las necesidades alimenticias de los habitantes y en algunos casos incluso alcanza un superávit. Sin embargo, en una gran

parte del mundo la población humana sufre hambre y privaciones, debido, en gran medida, a la pervivencia de métodos primitivos de labranza y a la existencia de terrenos baldíos. Por eso, una enseñanza que se proponga aplicar con todos sus recursos la actual técnica de cultivo es un aspecto básico en el programa de ayuda a los países subdesarrollados. Sin embargo, las plantas no sólo desempeñan una función práctica. En todos los tiempos el hombre ha apreciado su *belleza:* colores, formas y aromas.

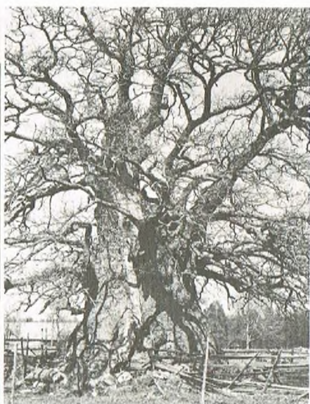
La naturaleza constituye el idóneo descanso y reposo para el ocio en las horas libres, y, sin embargo, con frecuencia se estropean y echan a perder irreflexivamente las riquezas y bellezas naturales. Los desperdicios, las ramas rotas y las hierbas pisoteadas dan testimonio de nuestra falta de civismo. Los protectores de la naturaleza preconizan desde hace tiempo que la sociedad tome las medidas necesarias para atajar esa labor destructiva. En algunos casos, ciertas regiones se protegen con las leyes, prohibiendo arrancar algunas plantas amenazadas de extinción, o cazar ciertos ejemplares raros de una especie animal.



Flores cultivadas
No sólo las plantas útiles se cultivan y mejoran. También se cultivan plantas de adorno, variadas en forma y color, para satisfacer necesidades estéticas. Las plantas y los arbustos que florecen en los jardines y parques sólo guardan una lejana semejanza con las especies silvestres originarias. Los botánicos producen continuamente nuevas variantes de flores.



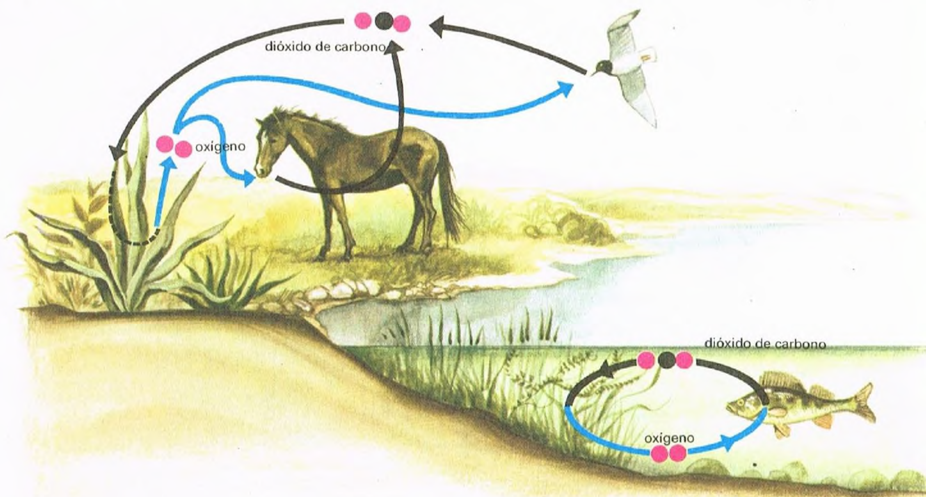
Parques nacionales
En nuestra época resulta cada vez más insólito el paisaje libre de intervención humana. Por eso, en muchos países, se han creado parques nacionales, reservados a los paseos y excursiones de los visitantes que desean gozar de la fauna y flora intactas y estudiar las especies raras de la naturaleza.



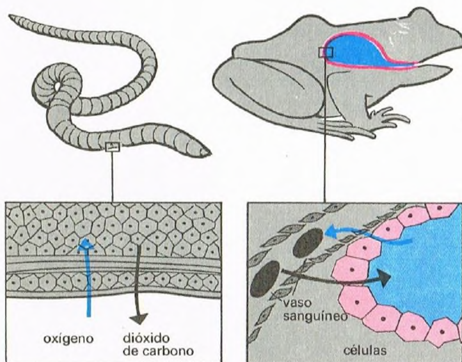
Protección de ciertos vegetales
A veces las autoridades protegen cierta planta que se desea conservar. El roble que aparece en la foto es un árbol protegido, debido a su antigüedad: unos 900 años. Se protegen especies enteras cuando escasean en una región o si están amenazadas de exterminio, por ejemplo el edelweiss.



Maltrato de la naturaleza
El maltrato a que se somete la naturaleza constituye un problema cada vez más grave. La ilustración nos ofrece un ejemplo desagradable: lugar de descanso convertido en vertedero. Hoy se enseña a valorar el paisaje, para que las generaciones futuras puedan disfrutar de su belleza.



Ciclo del oxígeno
El oxígeno y el dióxido de carbono describen en la naturaleza un constante movimiento rotativo. Las plantas absorben del aire o del agua dióxido de carbono y desprenden oxígeno; los animales, por el contrario, usan el oxígeno y, como producto de la combustión, forman dióxido de carbono. Varios investigadores sostienen que la atmósfera primitiva de la Tierra no contenía oxígeno. En tal caso, las plantas hubieron de ser las primeras formas de vida, y a ellas debemos agradecer el oxígeno que respiramos.



La piel
El órgano respiratorio más sencillo es la piel. Sólo los animales marinos más simples pueden absorber el oxígeno directamente a través de la piel. La piel de la mayoría de los animales terrestres es demasiado gruesa. Una excepción la constituyen las lombrices de tierra, cuya piel puede respirar, si bien, para poder hacerlo, ha de estar siempre húmeda.

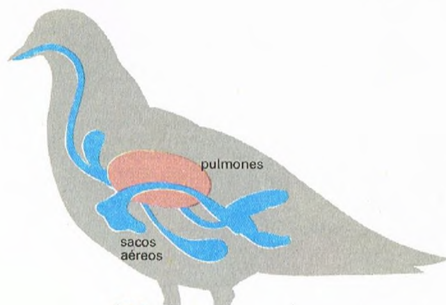
Los pulmones
Ya los peces pulmonados disponen de una cavidad en la que se realiza el intercambio entre el aire y la sangre. En las ranas se encuentran unos pulmones muy simples, dos divertículos, en forma de bolsa, que arrancan del esófago. El intercambio de gases se realiza también en la membrana mucosa de la garganta. La rana respira, además, por la piel.

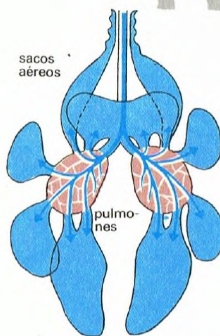
PULMONES

Obtención de oxígeno

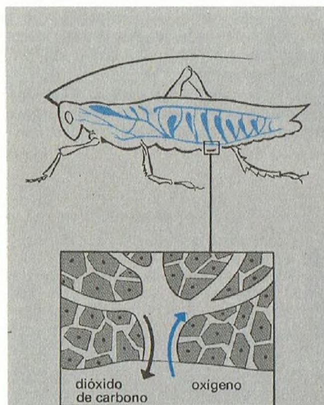
Los animales precisan oxígeno para efectuar en sus células la combustión de las sustancias alimenticias, lo que les proporciona energía. Los animales acuáticos se proveen de oxígeno, con relativa facilidad. En los *organismos unicelulares o formados por pocas células,* las moléculas de oxígeno pasan simplemente a través de la pared externa, desde el agua que les rodea. Otros animales acuáticos de constitución más compleja captan el oxígeno disuelto en el agua, sobre todo por medio de branquias. Para los animales acuáticos que, poco a poco, fueron adaptándose a la vida en tierra, la provisión de oxígeno resultaba más laboriosa, ya que, si bien el aire contiene mayor cantidad de oxígeno que el agua, a estos animales les era difícil mantener una delgada capa celular externa como medio de contacto entre su corriente sanguínea y el oxígeno del aire, puesto que al mismo tiempo tenían que proteger su cuerpo contra la sequedad. El problema se ha resuelto de distintos modos. Las *lombrices de tierra* son animales terrestres primitivos que respiran a través de su delgada piel, pero ésta ha de mantenerse siempre húmeda. No obstante, la mayoría de los animales terrestres disponen de un aparato interno en el que se realiza el intercambio de gases entre el aire y la sangre, sin riesgo de deshidratación. En los animales superiores, este aparato lo constituyen los *pulmones,* cuya forma más primitiva se encuentra ya en los *peces pulmonados.* Los pulmones de

estos peces, como los de la rana, están constituidos por dos bolsas muy simples comunicadas con el esófago.
En la evolución desde los sencillos pulmones de las ranas hasta los de los mamíferos, la superficie de contacto entre la sangre y el aire es cada vez mayor. El tipo más complejo de pulmón se compone de una gran cantidad de pequeñísimos alveolos pulmonares rodeados de numerosos capilares sanguíneos.
Los métodos para llevar aire a los pulmones varían según los distintos animales. Las ranas impulsan el aire moviendo el suelo de la boca. En los mamíferos, la caja torácica actúa como un fuelle, gracias al diafragma y a los músculos de las costillas. Los pulmones se ensanchan y se oprimen alternativamente en cada respiración. En las aves, la caja torácica posee menor movilidad, para ofrecer un apoyo firme a los grandes músculos del vuelo. Por tanto, no puede contraerse y ensancharse, y la entrada y salida del aire se realiza por medio de sacos aéreos –en contacto con los pulmones– que residen en la cavidad corporal y en los grandes huesos.
Los órganos respiratorios de los animales terrestres se basan en el mismo principio: un intercambio de oxígeno y dióxido de carbono entre el aire y la sangre, a través de una fina capa celular de gran superficie.

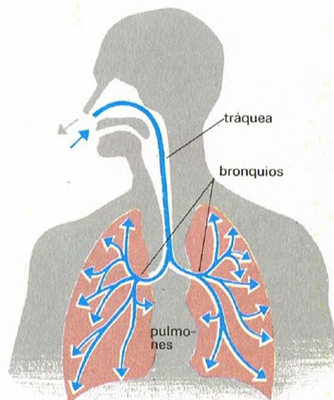




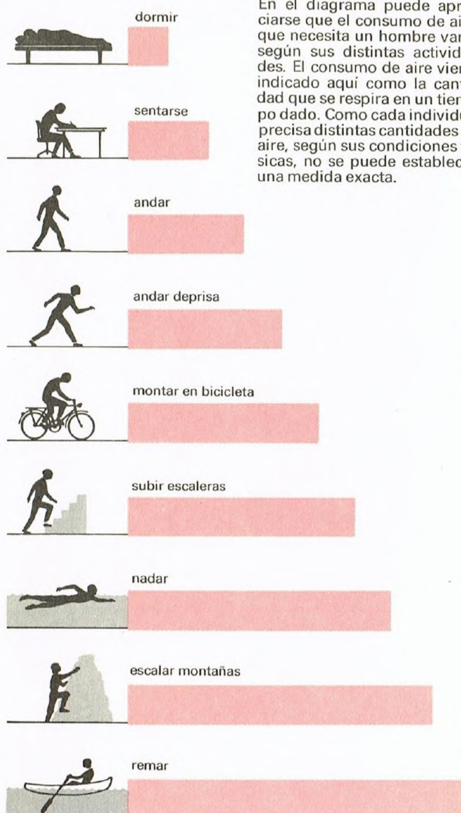
Los sacos aéreos
Las aves tienen un volumen sanguíneo relativamente pequeño. Por tanto, sus pulmones han de disponer de un sistema muy eficaz de absorción del oxígeno. Los pulmones de las aves son pequeños y compactos. El aire penetra y sale de ellos gracias a un sistema de sacos aéreos que funcionan como una especie de fuelles. A través de ellos pasan, en poco tiempo, grandes cantidades de aire.



Las tráqueas
Los artrópodos terrestres, como el saltamontes, transportan de un modo especial el oxígeno. No utilizan el circuito sanguíneo, sino que poseen un sistema de tubos muy finos, las tráqueas, que llevan el oxígeno a todas las células del cuerpo.



El hombre
El hombre y los demás mamíferos poseen dos pulmones en el interior de la caja torácica. El aire penetra a través de la nariz o la boca y pasa, a través de la garganta, hasta la tráquea, que se divide en dos bronquios principales, uno para cada pulmón. En el tejido pulmonar los bronquios se ramifican en tubitos, cada vez más finos, que terminan en los pequeños sacos pulmonares, los alveolos. En ellos se realiza, a través de delgadas paredes, el intercambio entre el aire inspirado y la sangre. Este intercambio se ve facilitado merced a que la superficie total de los alveolos es muy grande y a que los vasos sanguíneos son pequeños y delgados.



Consumo de aire
En el diagrama puede apreciarse que el consumo de aire que necesita un hombre varía según sus distintas actividades. El consumo de aire viene indicado aquí como la cantidad que se respira en un tiempo dado. Como cada individuo precisa distintas cantidades de aire, según sus condiciones físicas, no se puede establecer una medida exacta.

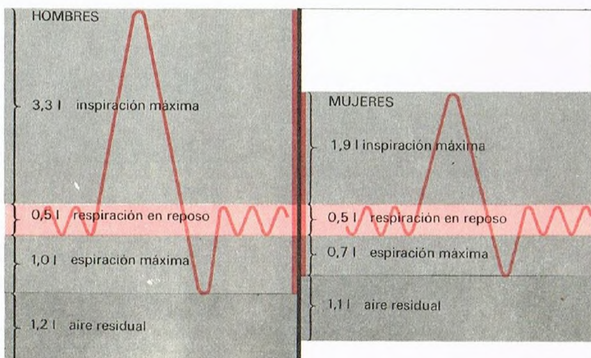
Nuestra necesidad de oxígeno

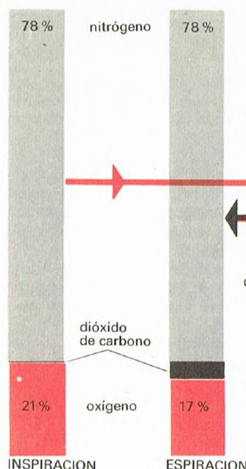
Cuando descansamos tranquilamente en un sillón, respiramos de un modo totalmente distinto a como lo hacemos, por ejemplo, tras una carrera para no perder el autobús. La cantidad de oxígeno que tomamos del aire depende del que las células precisen para efectuar la combustión que se realiza en el cuerpo. Una carrera hace trabajar a los músculos, por lo que, para dar energía a éstos, aumenta la combustión. Por tanto, los pulmones han de absorber mayor cantidad de oxígeno.

El suministro de aire a los pulmones puede aumentarse de dos formas: respirando más profundamente o con mayor rapidez. De los esquemas de la parte inferior de esta página se infiere que cuando respiramos, estando en reposo nuestro cuerpo, no aprovechamos *toda la capacidad de los pulmones*. Cuando se ha alcanzado el límite de la capacidad pulmonar, aún es posible aumentar el aporte de oxígeno, acelerando las inspiraciones, pero sólo hasta cierto límite, ya que una respiración muy rápida no puede ser, al mismo tiempo, muy profunda.

La diferencia de volumen de los pulmones entre la inspiración y la espiración máximas se llama *capacidad vital*. Es, quizá, curioso comprobar que se requiere mucho más oxígeno para remar y practicar el montañismo o la natación que para realizar una carrera rápida. Todo depende de la intensidad y duración del trabajo muscular, así como de la cantidad de oxígeno necesaria para que la combustión proporcione la energía que requiera dicho trabajo muscular. Cuando damos un rápido paseo, los músculos trabajan a impulsos, entre los cuales se producen pausas de reposo relativamen-

Capacidad pulmonar
El volumen máximo total de los pulmones de un hombre adulto varía entre 4 y 6 litros. De la figura se deduce que esta capacidad no se aprovecha totalmente cuando se respira, estando el cuerpo en posición de reposo, sino que al inspirar se toman unos 0,5 l y al expirar se expulsan otros tantos. En una inhalación máxima penetran de 2 a 3 l más de aire. La cantidad de aire que se exhala en una espiración forzada suele ser, como máximo, de 1 l. Pero tras expulsar esta cantidad de aire, todavía queda más en los pulmones. Este aire, llamado residual, llega a cerca de 1 litro y no sale al exterior a no ser que se produzca un colapso pulmonar. Las mujeres tienen menor capacidad pulmonar que los hombres.

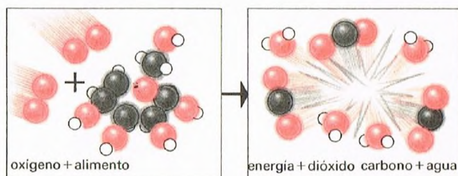




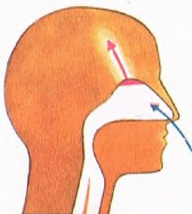
El aire que respiramos
El aire contiene aproximadamente un 21% de oxígeno y el resto es, en su mayor parte, nitrógeno, con una pequeña cantidad de vapor de agua y gases llamados nobles. El aire espirado contiene un 17 por ciento de oxígeno. Por tanto, sólo un 4% de éste es absorbido por los pulmones y cambiado por dióxido de carbono. El sistema de respiración artificial llamado «boca a boca» es tan eficaz porque el aire espirado contiene todavía suficiente oxígeno para la víctima.

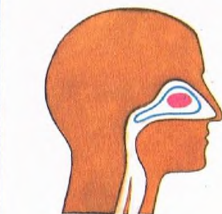
te largas. Cuando se pasea en bicicleta, se emplea mayor número de músculos y las pausas son menores. Al subir escaleras, además del esfuerzo realizado para desplazarnos, necesitamos elevar hacia arriba el cuerpo. Al nadar, empleamos músculos de todo el cuerpo y debemos vencer la resistencia del agua, que es mucho mayor que la del aire. También el remero ha de luchar contra esta resistencia del agua; el montañero necesita desplegar mucha más energía para desplazarse hacia arriba.

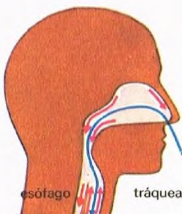
Del diagrama superior se deduce que sólo aprovechamos una pequeña parte del oxígeno que respiramos en cada inspiración. Pero el aprovechamiento del oxígeno es mucho mayor en una persona bien entrenada que en otra sin entrenar; esto es, la primera admite en los pulmones mucho más aire en cada inspiración.



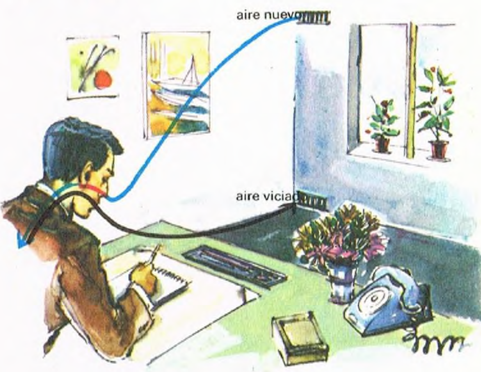
No existe combustión sin oxígeno
Si hemos de hablar con propiedad, en realidad no respiramos con los pulmones. Éstos son solamente el lugar donde el oxígeno pasa de un medio de transporte a otro, del aire a la sangre. El verdadero proceso de respiración tiene lugar en las células de los diversos tejidos. Ahí es donde el oxígeno es absorbido por la sangre, junto con las sustancias nutritivas que servirán de combustible a la célula. La combustión se produce a causa de la acción de las enzimas y puede tener lugar a una temperatura tan baja como 37º C, temperatura normal del cuerpo. La combustión proporciona al cuerpo la energía necesaria para todos sus procesos vitales. Los productos residuales son el dióxido de carbono, que se elimina a través de los pulmones, y el agua, que, en pequeña proporción, sale al exterior, en forma de vapor, con el aire espirado.



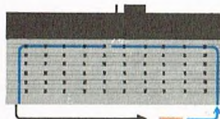


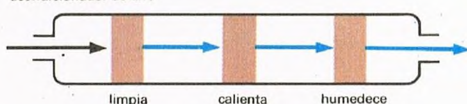


La nariz del hombre
La nariz no sólo es el paso normal de entrada de las vías respiratorias, sino que protege también a los pulmones, de las sustancias nocivas que hay en el aire aspirado. A menudo éstas suelen ser irritantes o malolientes. Además, en la nariz el aire queda libre de partículas más o menos grandes (polvo, bacterias, etc.), de modo que llega lo más limpio posible a los pulmones. Además, en los orificios de la nariz el aire se calienta y se humedece, antes de continuar su camino.



La «nariz» de una casa
En los grandes edificios modernos, el aire penetra a través de una entrada general, donde un dispositivo de aire acondicionado actúa como la «nariz» de la casa. En él, el aire se purifica, calienta y humedece.





Las vías respiratorias superiores

El aire que respiramos no debe llegar directamente a los pulmones. Primero ha de *calentarse* hasta la temperatura del cuerpo, para no enfriar las vías respiratorias inferiores: los bronquios y los alveolos pulmonares. Además ha de *limpiarse* de polvo, bacterias y demás partículas, y *humedecerse*, a fin de no secar las membranas mucosas de las vías respiratorias. Por tanto, precisamos de una especie de acondicionador de aire, función que realizan la nariz y la garganta, es decir, las vías respiratorias superiores.

El aire, al pasar por la nariz, tropieza primero con los pelillos de la misma, que retienen parte del polvo. Luego pasa por la cavidad nasal, la laringe, la tráquea y los bronquios, recubiertos de una *membrana mucosa* especial. Esta dispone de células productoras de mucus y de otras provistas de finos cilios vibrátiles. Las impurezas quedan retenidas en la membrana, siendo conducidas hacia la garganta por los cilios vibrátiles. En el tejido linfático que rodea la garganta, especialmente en las amígdalas, hay gran cantidad de glóbulos blancos que combaten los virus y bacterias intrusos.

De esta forma se lleva a cabo una purificación eficaz, ya que casi todo el aire aspirado queda en contacto con la membrana mucosa. Las *fosas nasales*, que sobresalen de las paredes de la cavidad nasal, hacen mover el aire en remolinos. Al mismo tiempo, éste recoge calor de la densa red de vasos sanguíneos existente bajo la mucosa. Se trata de un «dispositivo de calefacción» de tal capacidad que el aire, al llegar a la garganta, alcanza la temperatura del cuerpo, aun cuando en el exterior ésta sea de 10 grados centígrados bajo cero.

Las fosas nasales tienen también la función de humedecer el aire aspirado. Si se respira a través de la boca, cuando la nariz está obstruida a causa de un catarro, se advierte que el aire inspirado no posee la humedad adecuada, ya que las mucosas de la cavidad bucal y la garganta se secan rápidamente. En las casas provistas de calefacción central, el aire frío y seco procedente del exterior absorbe humedad al entrar en la casa y calentarse. Toma esta humedad de aquellos lugares que la contienen. Entonces, la mucosa nasal puede secarse, y los virus y bacterias patógenos hallan lugar propicio. Por ello, es preciso que los grandes complejos de viviendas dispongan de un sistema completo de acondicionamiento de aire, que no sólo lo limpie y lo caliente, sino que, además, le provea del adecuado contenido de humedad.

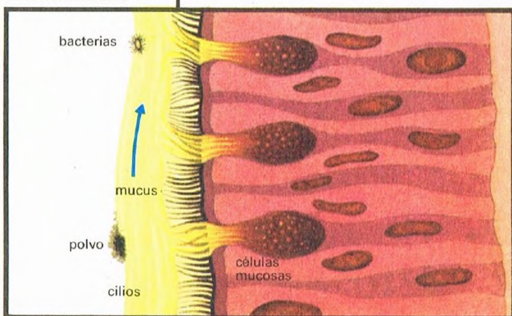
La nariz como control del aire
En el extremo superior de la cavidad nasal se hallan las membranas olfativas, que en el hombre tienen una superficie notablemente menor que en la mayoría de los restantes mamíferos. Cuando a las células olfativas llegan sustancias que huelen mal, puede llegar a detenerse la respiración. Los nervios táctiles de las membranas nasales pueden producir estornudos al ser irritados.

fosas nasales
membrana mucosa
seno frontal
membrana olfativa (pituitaria)
fosas nasales
seno esfenoidal
amígdala faríngea
aire
amígdalas
epiglotis
esófago
tráquea

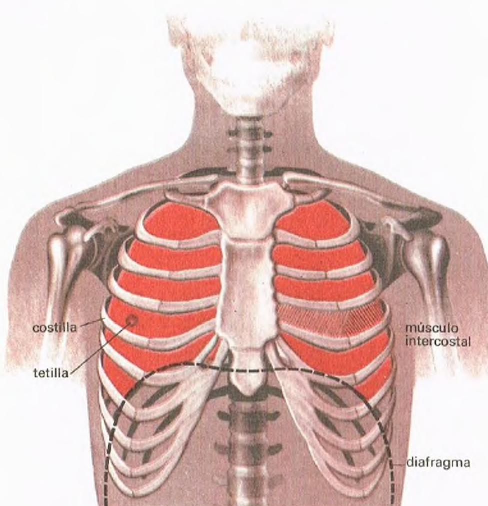
Las fosas nasales calientan y humedecen el aire
Las fosas nasales están situadas a los lados de la cavidad nasal (a la izqda.) y amplían la superficie recubierta de membranas mucosas. Las membranas nasales están dotadas de numerosos vasos sanguíneos que calientan el aire inspirado. Cuando éste atraviesa las fosas nasales, absorbe el calor de los vasos sanguíneos; al llegar a la garganta alcanza ya la temperatura del cuerpo, aun cuando la temperatura exterior sea inferior a 0°. Los vasos sanguíneos exudan también a las membranas mucosas un líquido que, al evaporarse, pasa al aire aspirado, con lo que éste queda provisto de humedad. Así se evita que se sequen las mucosas respiratorias.

Las amígdalas inactivan las bacterias
En la garganta están situadas las amígdalas, dos bucales y una faríngea. Se trata de concentraciones de tejido linfático, alrededor de la garganta, que contienen gran número de glóbulos blancos. Estos deparan protección contra bacterias y virus patógenos.

membrana mucosa



La membrana mucosa limpia
La mucosa que reviste la cavidad nasal, tráquea y bronquios posee gran cantidad de células glandulares que producen una capa de mucus, donde quedan retenidos el polvo, las bacterias y otras partículas. La mucosa de la tráquea y los bronquios posee unas células ciliadas que impulsan al mucus (flecha azul) hacia la laringe; de allí pasa, bien al esófago, y posteriormente al estómago, donde los ácidos matan las bacterias y los virus, bien a la cavidad nasal, cuyos cilios envían el mucus hacia los orificios nasales.

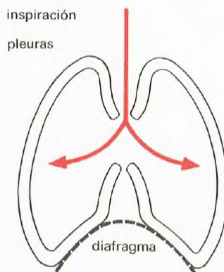


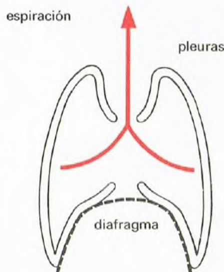
El fuelle

La cavidad torácica funciona como un gran fuelle. Entre las costillas están situados unos músculos inspiratorios –que al disminuir los espacios intercostales, ensanchan la cavidad torácica– y otros espiratorios –que efectúan un movimiento opuesto–. El diafragma constituye el fondo de la caja torácica. Cuando se encoge, ensancha la cavidad de ésta. También ayudan a la respiración otros músculos situados entre las costillas superiores y las vértebras cervicales.









Inspiración y espiración

Cada pulmón está rodeado por una bolsa o pleura que reviste exteriormente al pulmón, e interiormente a la cavidad torácica. El pulmón es elástico y tiende a contraerse, pero gracias a la presión del aire que lo llena, y al vacío existente entre las dos hojas de la pleura, se mantiene dilatado. Cuando se dilata la cavidad torácica aumenta el vacío entre las pleuras de modo que el aire inspirado entra en los pulmones y los dilata más. Cuando la cavidad torácica se contrae, los pulmones lo hacen a su vez, y expulsan el aire.

Respiración

Los movimientos respiratorios son automáticos, si bien pueden ser alterados voluntariamente. El centro coordinador de los movimientos respiratorios se halla situado en el bulbo raquídeo. Los músculos intercostales y el diafragma son excitados a intervalos regulares, contrayéndose y haciendo que se ensanche la cavidad torácica. De esta forma, los pulmones se llenan de aire que es expulsado cuando cesa el estímulo de los músculos inspiratorios; entonces la cavidad torácica recupera su volumen inicial.

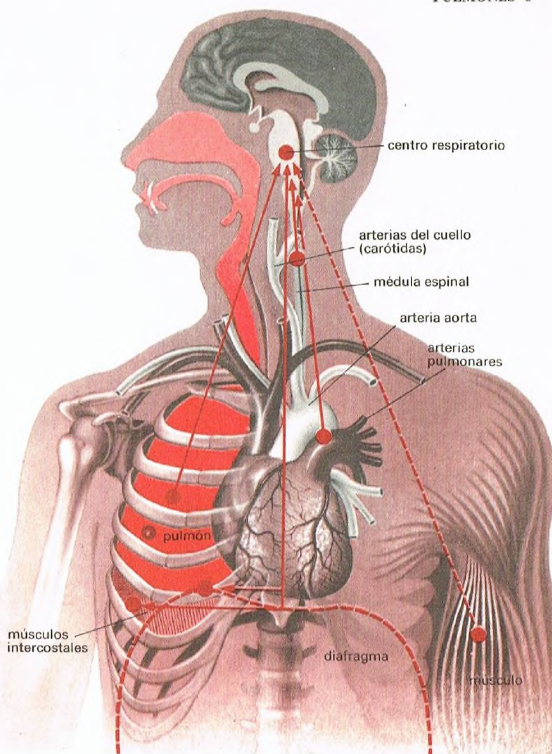
Pero dentro de ciertos límites, también podemos modificar voluntariamente nuestra respiración, como sucede, por ejemplo, cuando hablamos o cantamos. No obstante, nos es imposible paralizar durante mucho tiempo la respiración, así como efectuarla a ritmo lento, después de un ejercicio prolongado. En cualquiera de estos casos, el sistema automático de regulación reemprende los movimientos respiratorios, aun en contra de nuestra voluntad. Este mecanismo automático puede verse influido por factores que no dependen directamente de las necesidades fisiológicas. Las emociones hacen que se acelere la respiración, aunque el cuerpo no necesite más oxígeno.

No se sabe con exactitud de qué manera el *centro respiratorio* regula el *mecanismo de la respiración*, pero se conocen muchos de los factores que influyen en él. El centro respiratorio obtiene información acerca del contenido de oxígeno y de dióxido de carbono en la sangre, así como del grado de acidez (pH) de la misma, que depende directamente del contenido de dióxido de carbono. Si este último es elevado, aumenta la respiración, para expulsarlo al exterior. En caso contrario, el centro respiratorio retiene la respiración, que puede llegar a detenerse completamente hasta que el contenido de dióxido de carbono haya vuelto a subir hasta el nivel adecuado. Al centro respiratorio llegan también impulsos procedentes de los nervios del tacto existentes en las paredes respiratorias. Por ejemplo, cuando una miga de pan, en vez de pasar por la faringe, lo hace por la laringe, se detiene inmediatamente la respiración y aparece una excitación refleja, en forma de tos, que expulsa a la boca la miga extraviada.

Se ha demostrado que, al realizar un esfuerzo físico, la respiración se acelera incluso antes de que aparezcan las alteraciones sanguíneas que estimulan normalmente al centro respiratorio. El ritmo respiratorio disminuye tan pronto como cesa el esfuerzo, pese a que las alteraciones sanguíneas, p. ej., un incremento de dióxido de carbono, no se normalizan hasta un rato después de que han cesado los movimientos musculares.

Control

El control de la respiración se lleva a cabo en el centro respiratorio del bulbo raquídeo, que recibe impulsos nerviosos y señales químicas procedentes de todo el cuerpo, pero también puede ser regido, en cierta medida, por la voluntad. Los impulsos que emite este centro llegan a los músculos respiratorios de 12 a 15 veces por minuto. El ritmo e intensidad de la respiración están regulados por los impulsos que llegan al centro respiratorio desde los nervios de los músculos respiratorios, pulmones y vías respiratorias. La falta de oxígeno y el exceso de dióxido de carbono en la sangre influyen en el centro respiratorio, a través de órganos sensoriales peculiares (véanse los puntos rojos) situados junto a las arterias del cuello y del cuerpo. Sin embargo, el exceso de dióxido de carbono actúa, sobre todo, estimulando directamente al centro respiratorio.



Respiración artificial

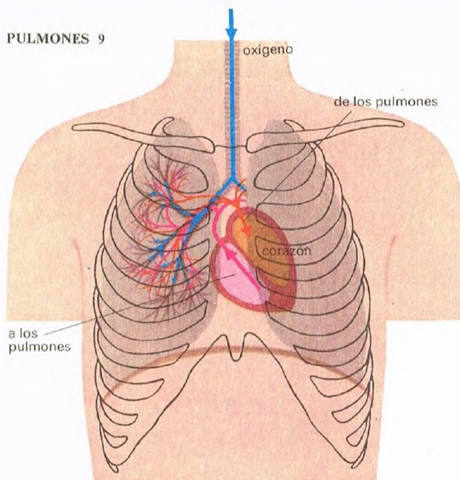
La respiración artificial ha de parecerse lo más posible a la natural. Antes, se hacía variar el volumen del tórax oprimiéndolo mecánicamente, esto es, se apretaba el pecho, dejándolo dilatarse a continuación, o bien se usaba el método del balanceo, por el cual el diafragma era movido hacia arriba y hacia abajo debido al peso de los órganos internos. Hoy en día, sin embargo, se utiliza principalmente el método boca a boca.



Método boca a boca
El método boca a boca se basa en que el aire espirado por la persona que lo aplica contiene oxígeno en cantidad suficiente para la respiración del paciente. El que auxilia controla constantemente la presión y cantidad adecuadas de aire – y sabe si éste entra realmente.



Respirador
Para ofrecer una respiración artificial prolongada, se emplean diversos tipos de máquinas, llamadas respiradores. Están constituidos en principio por una simple bomba de émbolo que, gracias a una serie de válvulas y controles, puede regular el ritmo respiratorio y el suministro de oxígeno según las necesidades del paciente. A menudo, el suministro de aire se realiza por medio de un tubo en la tráquea. Por ello, el respirador está dotado de un sistema de acondicionamiento de aire que sustituye a la nariz del paciente.



Transporte de oxígeno
El recorrido de la sangre entre el corazón y los pulmones se llama circulación menor. De la mitad derecha del corazón, la sangre pobre en oxígeno es transportada a los pulmones, a través de las arterias pulmonares (color lila en la figura). Tras su oxigenación, la sangre vuelve, a través de las venas pulmonares, a la mitad izquierda del corazón (rojo). De allí, se bombea, a través de la aorta, a todas las partes del cuerpo.

Pulmones y bronquios

La *tráquea* y los *bronquios* pueden compararse con el tronco y las ramas de un árbol. El «tronco» es la tráquea, y la «copa» se forma al dividirse la tráquea, en su parte inferior, en los dos *bronquios primarios,* que se ramifican a su vez. El *pulmón* está dividido en *lóbulos pulmonares* que corresponden a las ramificaciones mayores de los bronquios; estos lóbulos, a su vez, se hallan divididos en *segmentos,* que reciben el aire de ramificaciones más finas. Las unidades pulmonares menores son racimos de *alveolos pulmonares* situados al final de las últimas ramificaciones bronquiales.

En los alveolos se realiza el intercambio de gases entre el aire y la sangre. Sin embargo, no se aprovecha todo el aire inspirado, ya que casi 1/3 de él queda llenando las vías respiratorias, entre la nariz y los sacos pulmonares. Este volumen se llama «espacio muerto», ya que no participa del intercambio gaseoso con la sangre. Si las vías respiratorias se prolongan, p. ej., con un tubo de los usados para bucear, este «espacio muerto» llega a tener casi el volumen de una inspiración normal y hay que respirar profundamente para que entre más aire en los pulmones. Los bronquios gruesos están reforzados por aros cartilaginosos. Pero cuando llegan a ser de 1 milímetro de diá-

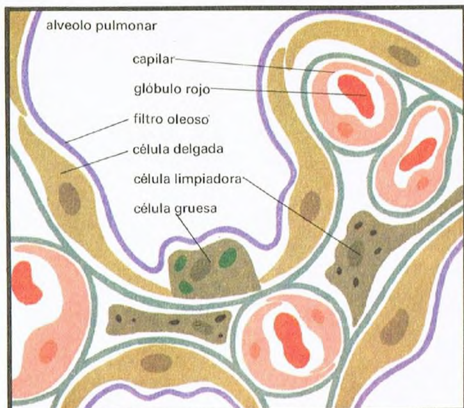
tráquea
lóbulo superior
bronquios principales
arteria pulmonar
segmento
venas pulmonares
bronquios menores
lóbulo medio
lóbulo inferior
tejido pulmonar

El pulmón
La tráquea se ramifica, al llegar a la cavidad torácica, en dos bronquios, uno para cada pulmón. Los bronquios se dividen en ramas principales, que alimentan cada una a una zona limitada, un lóbulo pulmonar.

metro, los aros cartilaginosos desaparecen y las vías se componen entonces de una funda de tejido conjuntivo dotado de células musculares lisas. En los ataques de asma, la respiración se hace dificultosa, debido a que dichas células quedan contraídas.

En los pulmones existen innumerables ejemplos del ingenio de la naturaleza para resolver diferentes problemas. Todos cuantos han hinchado un balón saben que la resistencia es mayor al principio. Tan pronto como el balón se ha inflado, disminuye la resistencia y al final se requiere poco esfuerzo para hacer entrar más aire. Con los pulmones no sucede lo mismo, ya que entonces los alveolos menores habrían de vaciarse en los mayores.

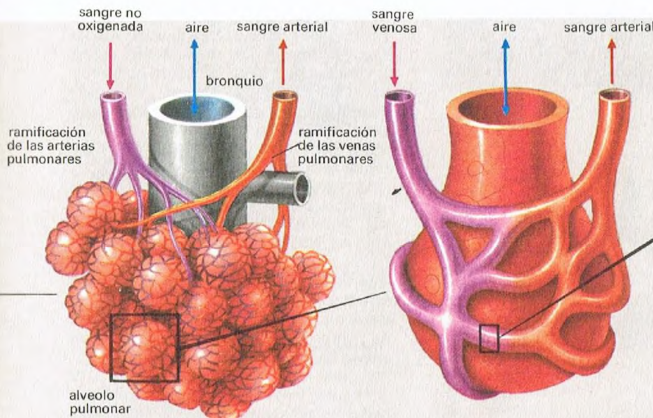
El problema ha sido resuelto gracias a que las paredes de los alveolos mayores segregan una membrana oleosa que equilibra la diferencia de tensión superficial entre los alveolos de distintos tamaños. Otro problema es el impedir al agua de la sangre la entrada en los alveolos, a través de la pared pulmonar. Esto se impide debido a que la presión sanguínea en los capilares de los pulmones es unos 15 mm Hg (mercurio) más baja que la presión osmótica de la albúmina de la sangre, lo que hace permanecer el agua en las vías sanguíneas.

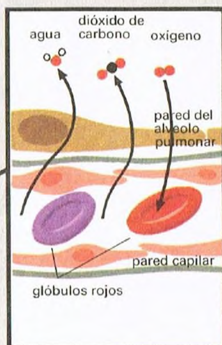


Igualación de presión y limpieza

Los alveolos pulmonares están recubiertos, en su parte interior, por dos tipos de células. Unas son planas y delgadas, de modo que el aire y la sangre apenas quedan separados. Las otras células son más gruesas; se supone que su misión es producir una delgada membrana oleosa que cubra la parte interior de los alveolos. Esta membrana reparte la presión exterior de manera homogénea en los alveolos. De no ser así, el aire de los alveolos menores estaría más comprimido, y pasaría a los mayores.

Las células de limpieza absorben las partículas que, a pesar de todo, hayan podido llegar con el aire y las envían a los vasos linfáticos que las llevan a los ganglios linfáticos para ser inutilizadas.





Alveolos pulmonares

Las ramificaciones más finas de los bronquios terminan en formaciones arracimadas, los grupos de alveolos pulmonares, recorridos por una densa red de vasos sanguíneos. A través de las delgadas paredes de estos alveolos, la sangre elimina el dióxido de carbono y toma en cambio oxígeno.

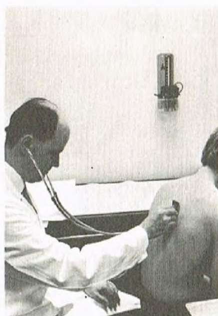
Ampliación de un alveolo pulmonar

Arriba se ve un alveolo pulmonar muy aumentado. La sangre llega a los capilares del alveolo procedente de las arterias pulmonares, y sale de ellos para pasar a las venas pulmonares. El oxígeno que recoge la sangre se une en ella con la hemoglobina de los glóbulos rojos.

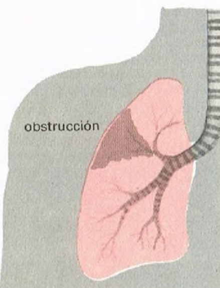
Intercambio de gases

La figura superior muestra, en esquema, el paso del oxígeno y del dióxido de carbono a través de las paredes capilares y alveolares. El glóbulo rojo de la izquierda no tiene oxígeno (color violeta); el de la derecha se ha enrojecido, pues la combinación de oxígeno y hemoglobina tiene color rojizo.

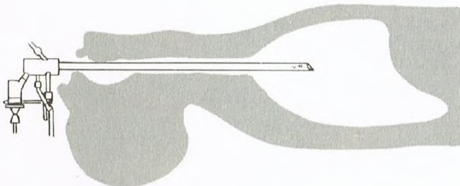




Ver, golpear y escuchar
Al estudiar los pulmones, el médico observa primero la conformación del pecho del paciente y la respiración de éste, comparando además los movimientos respiratorios en uno y otro lado. Por ello, golpea con sus dedos y escucha el tono para saber si los pulmones están llenos normalmente de aire o si hay alguna obstrucción en algún sitio. A continuación, ausculta con el estetoscopio el ruido de la respiración.



Obstrucción en el pulmón
Sobre una obstrucción, como la de la izquierda, el tono del golpeo suena atenuado y mate. A través de los tejidos compactos, el ruido respiratorio se transmite mejor que a través de los tejidos llenos de aire. Aquí, el ruido de la respiración suena más silbante en el estetoscopio.



Broncoscopia
Una obstrucción en alguna parte del pulmón puede ser motivada por una obturación de alguno de los bronquios, lo que impide el paso del aire. Para poder estudiar mejor esta obstrucción, se puede hacer pasar a lo largo de la boca, la garganta y la tráquea un instrumento parecido a un periscopio, el broncoscopio, y observar con él, por lo menos las ramificaciones mayores de los bronquios.

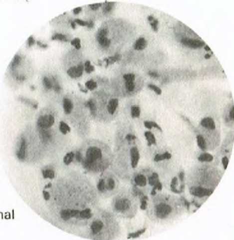
Microscopio
Insertando un instrumento especial en el broncoscopio, se pueden tomar muestras de tejidos o de mucus, para estudiarlas al microscopio. En una muestra normal de mucus, aparecen moco, glóbulos blancos, bacterias y células muertas. Si la prueba pertenece a un paciente con cáncer de pulmón, aparecen células tumorales sueltas; y en la de un tuberculoso, bacterias tuberculosas.

Enfermedades de las vías respiratorias

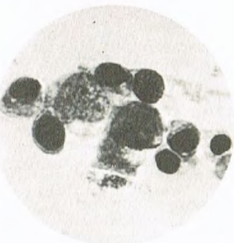
Las enfermedades de las vías respiratorias son estudiadas por varias especialidades de la Medicina. Las de las vías respiratorias superiores son tratadas por el *otorrinolaringólogo* y las de los bronquios y pulmones, por el *médico de vías respiratorias*. El que practica operaciones en los pulmones es un especialista en *cirugía torácica.*

Las afecciones más normales son los *constipados* y *gripes* causados por virus. Ni médicos ni investigadores han logrado gran progreso en la lucha contra ellas. El ataque de los virus puede durar tan sólo unos pocos días, pero las infecciones bacteriales pueden causar complicaciones. No es raro que a consecuencia de un enfriamiento aparezcan inflamaciones secundarias en las cavidades respiratorias y en las amígdalas, así como catarros bronquiales pertinaces. Las personas muy sensibles sufren, a menudo, *reacciones alérgicas* en la nariz y bronquios, en presencia de ciertos tipos de polen, polvo o pelo. La llamada fiebre del heno puede llegar incluso a hacer inválida a una persona, y los ataques agudos de asma, con constricción de las ramificaciones

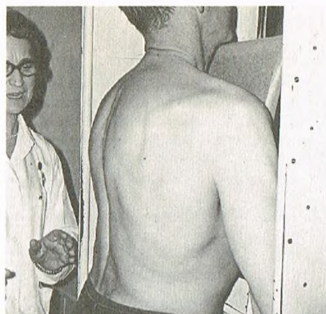




muestra normal de mucus



células tumorales



Radioscopia y radiografía

Por medio de la radiografía, se pueden detectar, p. ej., la tuberculosis, el cáncer de pulmón o un corazón dilatado. En los reconocimientos radiográficos en serie, se fotografían el corazón y los pulmones con película de 35 mm que es fácil de archivar. Las fotos inferiores de la izquierda muestran, en primer lugar, una radiografía de una persona sana y a continuación otra de una persona con tuberculosis en ambos pulmones.



agua en la pleura



normal tuberculosis

tumor



obstrucción



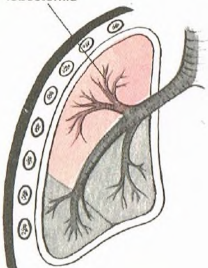
bronquiales y estertores en el pecho, pueden ocasionar incluso la muerte. En las personas con *asma crónica* o con *catarro crónico de las vías respiratorias*, pueden desaparecer parte de los tabiques existentes entre la multitud de sacos pulmonares. Entonces los pulmones contienen menor número de sacos pulmonares y, por tanto, menor superficie para sus funciones normales, con lo que ven mermada su eficacia. Esta afección se llama *enfisema*. Una reacción contra ciertas infecciones de las vías respiratorias de los niños es la llamada *falsa difteria;* consiste en que se produce una aguda hinchazón de la laringe y la tráquea, que ocasiona dramáticas dificultades respiratorias, si bien de corta duración.

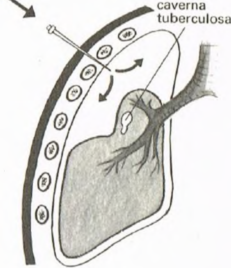
En los pacientes con *corazón débil* aparecen dificultades respiratorias parecidas al asma. La sangre se estanca en los vasos pulmonares, con lo que se reduce el intercambio de gases. Sin embargo, contra esta afección, el *edema pulmonar*, hay remedios eficaces. Hoy en día la *tuberculosis pulmonar* no es una enfermedad muy extendida. No obstante, diariamente se descubren nuevos casos.

Entre otras alteraciones patógenas de los pulmones cabe citar los *tumores*, por ejemplo, el cáncer, así como ciertas afecciones laborales. Los mineros, p. ej., suelen verse afectados por la *silicosis*, cicatrización de los pulmones producida por el polvo de sílice. Las impurezas del aire son también una amenaza para la salud de los pulmones.

Radiografía de pulmón

Los rayos X atraviesan fácilmente los pulmones, llenos de aire, y ennegrecen intensamente la placa. El corazón, más denso, aparece como una «sombra» blanca bien definida. Cada parte más compacta queda localizada de la misma manera. Ciertas partes densas tienen un aspecto característico. La radiografía de la parte superior de la página acusa agua en el saco pulmonar, la de arriba a la izquierda muestra un tumor en el pulmón derecho, y la de la derecha, una obstrucción en un segmento del pulmón derecho (pulmonía).





Operación

El objetivo de un cirujano antiguo de tórax era la extirpación de los tumores pulmonares y de las lesiones tuberculosas. Sin embargo, no siempre se precisa eliminar todo el pulmón, sino que puede bastar con extirpar un solo lóbulo pulmonar o simplemente un segmento.

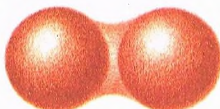
Tratamiento de colapso

Muchos tuberculosos tienen los pulmones «colapsados». Si, con una fina aguja hipodérmica, se introduce nitrógeno entre las pleuras, se provoca la contracción de una parte del pulmón. Esta parte ya no actúa en la respiración, y el punto tuberculoso puede encapsularse e incluso sanar.


átomo de hidrógeno = H


átomo de oxígeno = O


molécula de gas hidrógeno H_2


molécula de gas oxígeno O_2

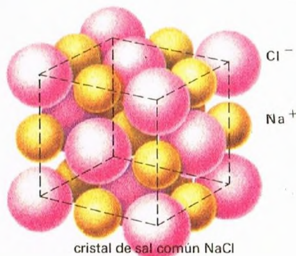
Elementos simples
La materia está constituida por átomos. Lo que diferencia a las distintas sustancias es el tipo de átomos de que están integradas y la manera como éstos se hallan unidos entre sí. Una sustancia constituida por átomos del mismo tipo se llama elemento simple. Existen unos 100 elementos simples. Uno de ellos es el hidrógeno, compuesto por átomos de hidrógeno (H); estos átomos se hallan unidos de dos en dos, formando moléculas de hidrógeno (H_2). La molécula es la unidad más pequeña que puede existir de cualquier sustancia.

QUIMICA

¿Qué es la química?

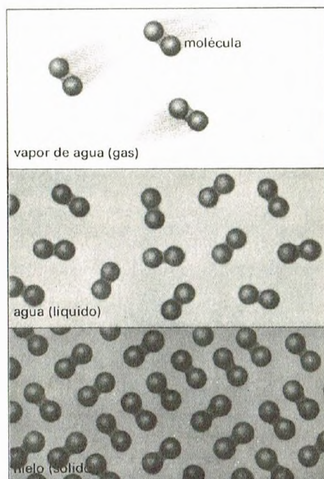
En la naturaleza estamos rodeados por una gran cantidad de cuerpos constituidos por las más diversas estructuras. Podemos observar ríos y montañas, animales y plantas, etc. Además existen medios auxiliares adecuados que permiten estudiar células, moléculas y átomos. El científico intenta describir, con la mayor claridad posible, todas estas estructuras. El *químico* pretende estudiar cuantos cuerpos existen en la naturaleza, a fin de encontrar una relación entre las propiedades de la materia y su constitución. A veces se ve obligado a indagar sobre el átomo; otras veces su investigación se orienta hacia la constitución de la molécula o la relación entre diferentes moléculas. Esto último interesa de manera especial al bioquímico, cuya tarea consiste en descifrar los secretos de las células y su metabolismo.
No se sabe con seguridad el origen de la palabra química. Parece ser que pro-


molécula de agua H_2O

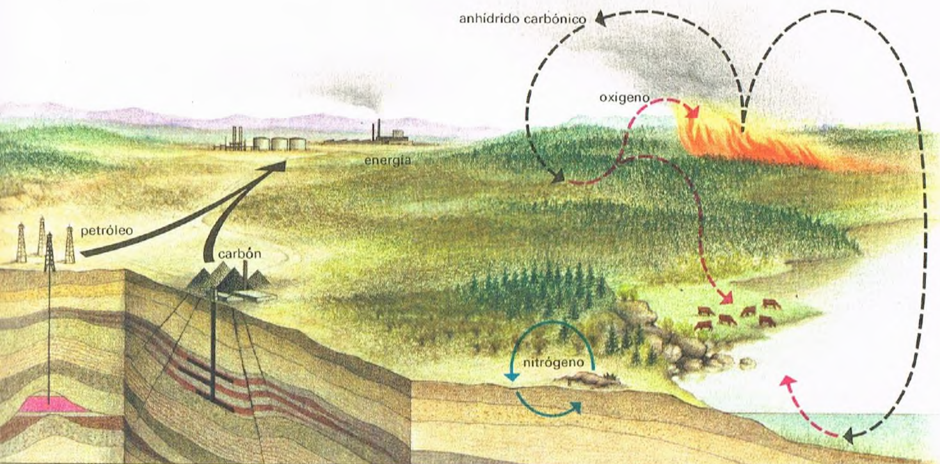


cristal de sal común NaCl

Compuestos químicos
En un compuesto químico, los átomos de varios elementos simples están unidos entre sí de una manera determinada para cada compuesto. Una molécula de agua – la menor cantidad de agua que puede existir – se compone de dos átomos de hidrogeno y uno de oxígeno. Un compuesto químico posee siempre la misma composición. El cristal de sal común es un compuesto de los elementos simples cloro y sodio. El número de posibles compuestos químicos, a partir de los elementos existentes, es ilimitado.



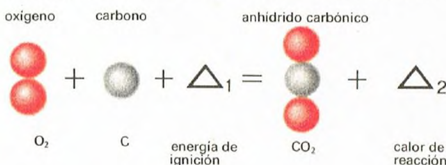
Una misma sustancia, en diferentes estados
La mayoría de los elementos químicos pueden presentarse en estado sólido, líquido y gaseoso. Independientemente de su estado, siempre existen unas fuerzas que actúan entre las moléculas. Estas fuerzas son mayores en el estado sólido. Los diferentes estados dependen principalmente de la presión y temperatura.

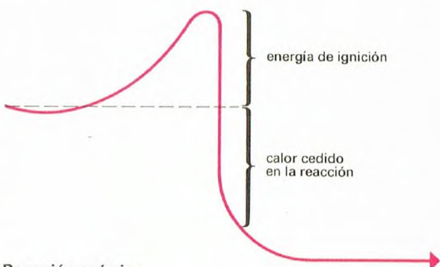


cede del vocablo *khemeia,* nombre que los griegos daban antiguamente a Egipto, país en el que, mucho antes del nacimiento de Cristo, se habían desarrollado empíricamente conocimientos de química. La palabra khemeia, al pasar al árabe, se transformó en al-kimya. Esta denominación fue recogida por los europeos y en castellano dio alquimia y química. En la actualidad, se denomina química la ciencia que estudia la *estructura y propiedades de la materia,* la formación de las sustancias y las *reacciones* entre éstas, determinando las condiciones en que se originan dichas reacciones.

Conociendo las propiedades de los elementos y las condiciones requeridas para que se combinen entre sí, el químico puede descubrir otros materiales con nuevas propiedades. Las tintas de impresión que aparecen en las distintas páginas de este libro, el papel y el plástico de sus cubiertas son ejemplos de sustancias que los químicos han creado o mejorado. En nuestra vida cotidiana cada vez utilizamos más productos elaborados por la industria química. Nos vestimos con trajes de fibras sintéticas textiles (nylon, tergal, etc.), nos lavamos con jabón, echamos gasolina en el depósito del automóvil, etc. Estos productos se han convertido en artículos de consumo baratos, merced al trabajo de los químicos. La investigación en torno a sustancias alimenticias y productos farmacéuticos es otro sector en el que la química ha prestado una importante contribución.

La química en la naturaleza y en la industria
En la naturaleza se producen constantemente reacciones químicas. En un incendio se origina anhídrido carbónico, a partir del carbono y del oxígeno. Las plantas absorben el anhídrido carbónico y desprenden oxígeno, el cual es consumido posteriormente por los animales o el fuego. De esta manera el oxígeno realiza su ciclo completo. El nitrógeno posee un ciclo similar (p. ej. en la putrefacción). Estudiando las reacciones químicas en la naturaleza, el hombre ha aprendido a aprovechar la energía y a crear nuevas sustancias.





Reacción química
Toda reacción química puede representarse mediante una ecuación. En el incendio de un bosque, el carbono (C) y el oxígeno (O) se combinan formando anhídrido carbónico. La ecuación expresa en qué proporciones reaccionan: una molécula de oxígeno (dos átomos) y un átomo de carbono forman una molécula de anhídrido carbónico. En las reacciones químicas hay absorción o desprendimiento de energía, que puede representarse por una curva.

4000 a. de C.

lavado de oro, Egipto

3000

obtención de metales con ayuda del fuego

Metales
El inicio histórico de la química está íntimamente relacionado con los metales. El oro se obtenía ya 3000 años a. de C., por lavado o levigación de las arenas auríferas. Mediante el fuego, el hombre consiguió fundir minerales y obtener metales. El bronce se obtuvo 2000 años antes de Cristo, y el hierro, unos 500 años después, significando una revolución en la fabricación de las armas.

2000

obtención de bronce, Egipto

1000

armadura de hierro

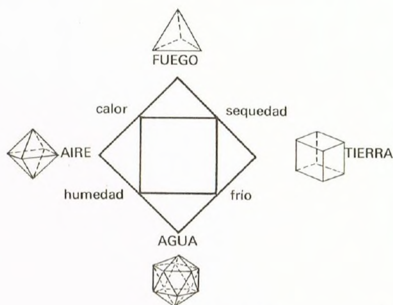
De la especulación a la ciencia

Mucho antes de que la química constituyese una ciencia, el hombre sabía ya aprovechar el fuego para calentar y cocinar, lo que, sin duda, constituía un conocimiento químico de tipo práctico. En Egipto y Mesopotamia, se preparaban colorantes, perfumes y sustancias para embalsamar a los muertos.

Se sabe que cientos de años a. de C. se realizaron, en Grecia, especulaciones sobre la materia como tal; concretamente a cargo de filósofos como Demócrito y Aristóteles. Este último desarrolló la teoría de los *cuatro elementos,* fuego, tierra, agua y aire, expuesta anteriormente por Empédocles. Según ella, toda la materia existente está constituida por estos cuatro elementos que, al unirse, originan las diferentes sustancias. Algunos hechos que podían observarse con facilidad apoyaban esta teoría: el fuego se unía con el barro blando, originando ladrillo duro; el fuego y el agua se convertían en algo que se asemejaba al aire, etc.

Esta teoría griega se incorporó más tarde, especialmente en Alejandría, a los conocimientos químicos de tipo práctico que se poseían en Egipto. En todo tiempo, los metales han ocupado un lugar dominante en la vida del hombre. Por tanto, es natural que se intentase transformar los metales más abundantes en otros más nobles y más fáciles de trabajar, como el oro, transformación que, según la teoría

500 a. de C. | los griegos | 0 | misticismo | 500 d. de C.





Los griegos
Los griegos aceptaban la teoría de Empédocles, según la cual toda la materia estaba constituida por cuatro elementos, que representaban por poliedros regulares. Aristóteles añadió otro elemento, el éter.



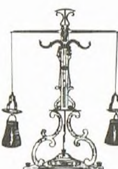
Misticismo
En la representación del universo propia del misticismo oriental, los planetas tenían símbolos de metales. En Alejandría este misticismo se combinó con las teorías griegas y la tecnología egipcia, surgiendo la alquimia.

anteriormente expuesta, era posible realizar. Esta orientación de la química recibió el nombre de *alquimia.* Bajo la influencia del misticismo oriental, los alquimistas creyeron que estás transmutaciones, o transformaciones de los elementos, podrían facilitarse por medio de una sustancia a la que llamaron «piedra filosofal». Los alquimistas la buscaron en vano, pero hallaron otras muchas sustancias, algunas de ellas mucho más importantes que el mismo oro, como ciertos ácidos y álcalis.

El progreso en el terreno experimental, el perfeccionamiento de la balanza y el desarrollo de una técnica para recoger los gases procedentes de algunos compuestos del mercurio dieron una orientación científica a la química, durante el siglo XVII. Los experimentos de Boyle, Scheele, Priestley, Lavoisier, etc., echaron por tierra las teorías de Aristóteles y de los alquimistas. Pero la teoría del proceso de la combustión *(teoría del flogisto),* que entonces se investigaba ansiosamente, no era ni mucho menos moderna. Según ella, las sustancias combustibles contenían flogisto (llama), el cual se desprendía en la combustión. Lavoisier demostró, por el contrario, que las sustancias, al arder, se combinan con el oxígeno, se *oxidan.* Esta observación, así como el descubrimiento de una serie de nuevos elementos, motivó que a fines del siglo XVIII se abandonase por completo el estudio de la alquimia.



Flogisto
Scheele calentó óxido de mercurio en una retorta y recogió el gas que se desprendía, al que llamó «aire de fuego» y que nosotros denominamos oxígeno. Pero Scheele y los demás químicos de su tiempo creían que cuando una sustancia ardía se desprendía un constituyente al que se llamó flogisto.

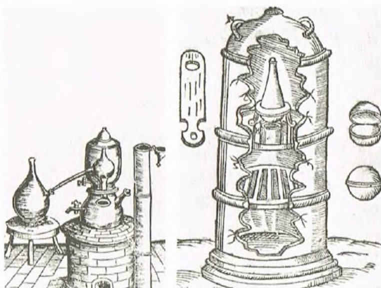




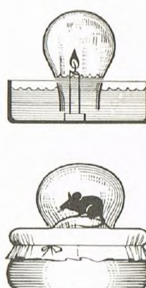
Lavoisier
El francés Lavoisier (a la derecha, en su laboratorio) introdujo como aparato auxiliar la balanza. Descubrió que en una reacción química el peso total de las sustancias componentes no aumentaba ni disminuía. Demostró, además, que una sustancia, al arder, consumía oxígeno. La teoría del flogisto fue completamente abandonada.

alquimia — 1000 — 1500 — teorías de la combustión — 1700 — oxígeno



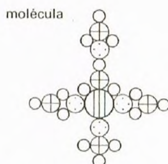


Alquimia
Influidos por las teorías de los griegos y el misticismo religioso, los alquimistas buscaban la «piedra filosofal», sustancia que les ayudaría a convertir metales no nobles en oro (parte superior izquierda). Fracasaron en su intento, pero mejoraron la técnica de la destilación (figura central) y descubrieron muchas sustancias nuevas. Posteriormente la alquimia degeneró hasta convertirse en un fraude. Véase, en la parte superior derecha, un horno de alquimista.



Combustión
En los siglos XVII y XVIII se comenzó a estudiar la combustión. Por consumirse parcialmente el aire, tanto al arder una vela (arriba) como al respirar un animal (abajo), se dedujo que se componía al menos de dos elementos.

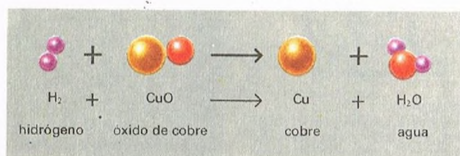
hidrógeno
nitrógeno
carbono
oxígeno
oro
cobre
hierro
zinc
átomos



Teoría atómica de Dalton, 1808
A principios del s. XIX se comprobó que la composición gravimétrica de los compuestos químicos era constante. La teoría de Dalton explicó este hecho, al afirmar que los elementos estaban formados por átomos iguales que se unían entre sí según reglas determinadas. Dalton representó los átomos por circunferencias con diferentes símbolos en su interior (a la izquierda).

El desarrollo experimental

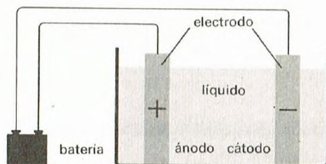
La teoría del átomo, formulada por el griego Demócrito, cayó en el olvido por hallarse en contraposición con la teoría de Aristóteles. Fue actualizada a principios del siglo XIX, por el químico *John Dalton,* según el cual los componentes más pequeños de cada elemento, los átomos, podían representarse por esferas con *tamaño y peso determinados.* Uniendo dichas esferas, era posible representar, a su vez, las moléculas.
Determinando cuidadosamente la relación entre los pesos de los componentes de gran número de minerales, se calcularon los pesos atómicos de los átomos que integraban cada mineral.
El italiano *Avogadro* estableció una clara *distinción entre los conceptos de átomo y molécula.* También se comenzó a investigar cómo estaban unidos los átomos en una molécula. *Faraday* había demostrado que algunos elementos en solución se comportaban como partículas cargadas eléctricamente, iones. Por tanto, se consideró que los *átomos estaban cargados positiva o negativamente* y que se mantenían unidos en la molécula por fuerzas electroestáticas. Esta teoría, llamada *dualística,* fue defendida especial-



Berzelius: peso atómico y símbolos químicos, 1810
Berzelius determinó la composición gravimétrica de un gran número de minerales, y las variaciones de peso en reacciones químicas sencillas. A base de estos pesos se pudo determinar posteriormente los pesos atómicos de diferentes elementos simples. También introdujo el sistema gráfico actualmente empleado para representar compuestos y reacciones químicas. Un átomo de un elemento simple se representa por la letra primera de su nombre en latín. En la figura: H = hidrógeno, O = oxígeno, Cu = cobre.



Ley de Avogadro: peso molecular, 1811
Dos volúmenes iguales de gases diferentes contienen el mismo número de moléculas (si la temperatura y la presión son iguales en ambos). Gracias a este descubrimiento, se pudieron diferenciar los pesos atómicos y moleculares.



Faraday, 1830
Faraday investigó cómo los líquidos se veían influidos por una corriente eléctrica. El implantó los vocablos electrólisis, electrodo, ánodo, cátodo e ión.

química de los minerales

química orgánica

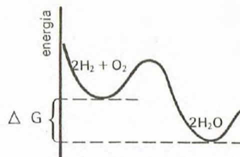
1800 — Dalton — Avogadro — Berzelius — 1825 — Wöhler — Faraday

Wöhler, 1828
En el año 1828 el alemán Wöhler obtuvo una sustancia orgánica, urea, cristalizada en forma de agujas (a la drcha.). Esta fue la primera vez que el hombre logró sintetizar una sustancia perteneciente al reino animal, salvando el límite entre la química mineral y la orgánica.



La teoría de la valencia, 1852
El inglés Frankland supuso que cada tipo de átomo poseía una determinada capacidad de enlace, la valencia. Un átomo de hidrógeno, p. ej., sólo podía unirse con otro; el átomo de carbono se podía enlazar con cuatro, etc. En las fórmulas desarrolladas, los enlaces son representados por guiones o puntos.

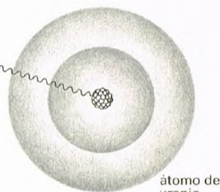
mente por el químico sueco *Berzelius*. Sin embargo, con la teoría dualística no era posible explicar ciertos fenómenos, por lo que hacia 1850 se vio sustituida por la teoría de las *valencias*. Se había observado que cada átomo parecía tener cierta capacidad de combinarse con otros, *valencia*. Por ejemplo, un átomo de hidrógeno, que se combina sólo con otro átomo, posee la valencia 1; el oro se combina con tres átomos monovalentes, por lo que su valencia es 3, etc. Las valencias fueron representadas por medio de guiones que unían los símbolos atómicos. Estas fórmulas desarrolladas, o estructurales, permitían aclarar cómo dos sustancias con igual composición podían poseer propiedades diferentes, si sus átomos estaban unidos de distinta manera en ambas moléculas. Dos moléculas de este tipo se llaman *isómeras*. En el año 1896 los investigadores descubrieron que los átomos del uranio emitían radiaciones hasta entonces desconocidas, fenómeno al que Marie Curie llamó radiactividad. Pronto se comprobó que consistía en la emisión de partículas y de rayos X. Por tanto, el átomo, que según Demócrito y Dalton no poseía ninguna estructura y era indivisible, tenía una estructura interior.



Termodinámica, 1876
Gibbs calculó matemáticamente la energía que interviene en un gran número de reacciones químicas, sentando las bases de la termodinámica química. La energía que posee el agua (H_2O) es inferior a la de los elementos que la componen. La diferencia, ΔG, representa la energía liberada en su formación.

radiación

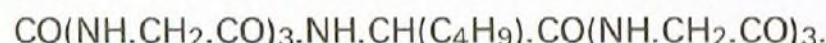
Radiactividad, 1896
En 1896 se descubrió un compuesto de uranio que emitía una radiación penetrante. Marie Curie comprobó que eran los átomos de uranio los que emitían dicha radiación. Esta radiactividad hizo suponer que el átomo no era una partícula indivisible.

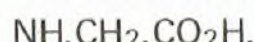


Representación de la estructura
La molécula de purina (a la izquierda) y la fórmula de una proteína obtenida sintéticamente en el año 1907 (abajo) indican que ya a principios del siglo XX se había realizado un gran progreso en la representación de la estructura de la materia.

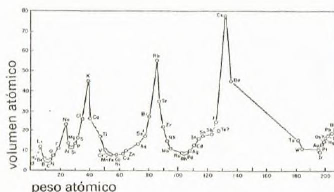
```
N = C − H
|   |     H
H − C   C − N /
‖   ‖      \ C − H
N − C − N ≠
```


$H_2N.CH(C_4H_9).\ CO(NH.CH_2CO)_3.NH.CH(C_4H_9).$


$CO(NH.CH_2.CO)_3.NH.CH(C_4H_9).CO(NH.CH_2.CO)_3.$


$NH.CH_2.CO_2H.$

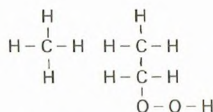
El sistema periódico, 1869-1870
A principios del s. XIX se descubrieron numerosos elementos y se determinaron sus pesos atómicos. El ruso Mendeleiev y el alemán Meyer descubrieron que si los elementos se ordenaban según los pesos atómicos, se observaba una variación periódica de sus propiedades. De esta manera se logró predecir las propiedades de elementos todavía sin descubrir. El cuadro de Meyer, a la derecha, muestra cómo el volumen atómico varía según el peso atómico.



Especialización de la química
A fines del s. XIX se produjo una especialización cada vez más manifiesta dentro de la química. La rama que se ocupaba de los minerales empezó a llamarse química inorgánica; apareció incluso un nuevo sector, la química física. La parte que estudiaba el sector orgánico se subdividió en dos grupos principales; química orgánica y bioquímica (abajo, escala cronológica).

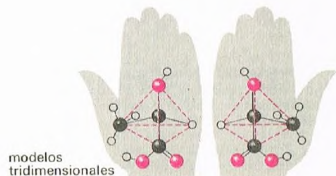
química física
química inorgánica
química orgánica
bioquímica

850 teoría de las valencias · sistema periódico · ● 1875 termodinámica · 1900 ● radiactividad

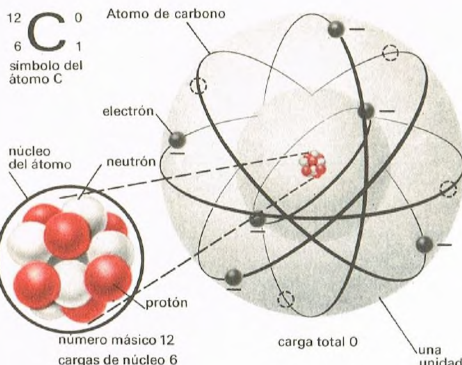


fórmulas estructurales

Modelos tridimensionales
La representación tridimensional de las moléculas (a la derecha) es mucho más precisa que la fórmula estructural (a la izquierda). Los modelos tridimensionales representados a la drcha. tienen la misma constitución, pero sus átomos están dispuestos en forma simétrica. Estas moléculas son diferentes.



modelos tridimensionales

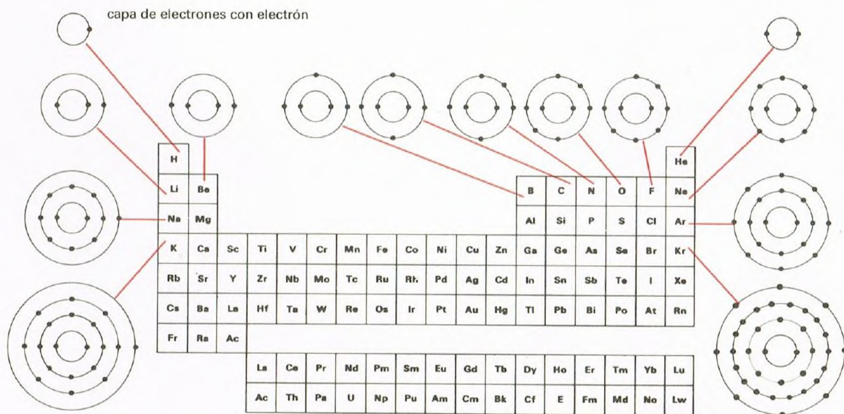


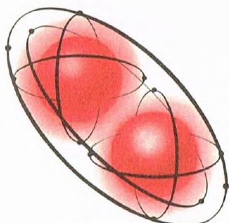
Modelo de átomo
El núcleo del átomo se halla cargado positivamente. En él está concentrada casi toda la masa del átomo. Dicho núcleo se compone de protones (positivos) y neutrones (sin carga). La carga del núcleo es igual al número de protones (el átomo de carbono, representado en la parte superior, tiene 6). La cifra que representa la masa es igual a la suma de los protones y neutrones (en este caso, 12).
El núcleo está rodeado de tantos electrones (negativos) como protones hay en él. El átomo puede captar o ceder electrones, en cuyo caso recibe una carga total igual al número de electrones que ha aumentado o disminuido.
Las cifras alrededor del símbolo del átomo indican la carga del núcleo, el número másico, la carga total y el número de átomos.

Sistema periódico
Los electrones de un átomo sólo se encuentran en unos niveles determinados, formando capas de electrones. La capa interior contiene solamente dos electrones. Por tanto, el litio (Li), que posee 3 electrones, lleva el tercer electrón en una segunda capa. Dicha capa puede admitir hasta 8 electrones y queda completa en el gas noble neón (Ne). Los electrones de la capa más exterior son los que determinan en mayor medida las propiedades químicas del átomo en cuestión. Los elementos que poseen en la capa más exterior idéntico número de electrones tienen propiedades similares, por lo que en el sistema periódico se encuentran en la misma línea vertical. En cada fila horizontal (período) varían de forma regular las propiedades de los elementos.

Química inorgánica

De toda la materia existente en la corteza terrestre, en la atmósfera, hidrosfera y biosfera (materia viviente), la química inorgánica estudia principalmente la de las tres primeras partes.
Se ha descubierto que los átomos no son indivisibles, sino que están constituidos por diferentes partículas elementales. Dichas partículas pueden existir en estado libre, pero el átomo es la unidad que mantiene la identidad de los elementos. No obstante, a fin de investigar las relaciones entre las propiedades y constitución de la materia, el químico tiene que estudiar la constitución interna del átomo.
La mayor parte de la masa del átomo se encuentra en el *núcleo*, cuya carga eléctrica es positiva. El núcleo está rodeado de uno o varios *electrones*, de carga negativa. Un átomo es eléctricamente neutro.
Toda la materia existente en la naturaleza está constituida, aproximadamente, por un centenar de elementos; también existen otros obtenidos artificialmente en el laboratorio. En las reacciones químicas usuales, participan tan sólo los electrones de las capas periféricas de los átomos.
Todos los átomos, a excepción de los de hidrógeno y helio, poseen varias capas de electrones. Cada capa puede contener, como máximo, un número determinado de electrones. Los situados en la capa más exterior son los que en mayor grado determinan las propiedades químicas del átomo. Los átomos tienden a tener completa de electrones su capa exterior. Aquellos elementos que poseen en la capa exterior un pequeño número de electrones tienden a desprenderse de los mismos y originan *iones* cargados positivamente. Los elementos cuya capa exte-







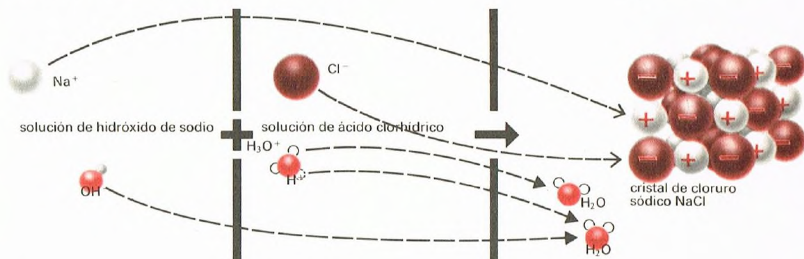






Oxidación y reducción
El proceso por el que pasan los electrones de un átomo a otro se llama proceso de oxidación-reducción. En la figura se combinan el oxígeno y el carbono, formando anhídrido carbónico. Los electrones del átomo de carbono son desplazados a los átomos de oxígeno, con lo cual el oxígeno se reduce. Los electrones son cedidos parcialmente por el átomo de carbono, el cual se oxida. En otros casos puede ocurrir un paso completo de los electrones de un átomo a otro.

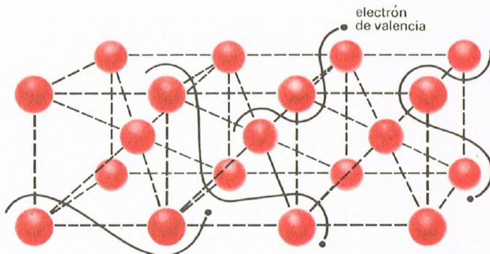
Enlace covalente
A veces, dos átomos comparten uno o varios pares de electrones, en cuyo caso ambos átomos se enlazan, formando una molécula. En la figura puede observarse que ciertos electrones rodean dos átomos, en lugar de uno.



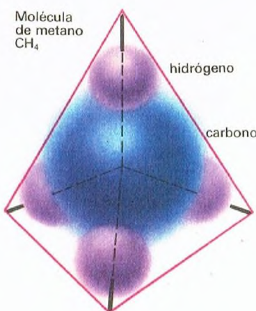
Protólisis
Una solución de hidróxido sódico, en agua, contiene iones sodio Na^+ e iones hidroxilo OH^-; una solución de ácido clorhídrico contiene iones cloro Cl^- e iones hidroxonio H_3O^+. Si se mezclan ambas soluciones, pasa un protón H^+ desde el ión hidroxonio al ión hidroxilo, dando como resultado agua. Una reacción en la que se produzca el intercambio de un protón se denomina protólisis. Si se deja evaporar al agua, se forman cristales de cloruro sódico.

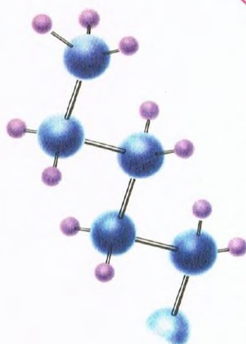
Enlace iónico
El enlace iónico se origina entre átomos cargados eléctricamente, los iones. Estos, de signos contrarios, forman un cristal en el que cada ión se mantiene en su lugar por la acción de fuerzas electroestáticas.

rior está casi completa tienden a captar electrones, con lo que se originan iones negativos. Los iones negativos y positivos pueden mantenerse unidos por medio de la *unión iónica.* Pero también hay átomos a cuyas capas externas les falta, para completarse, aproximadamente la mitad de electrones. En este caso los átomos comparten sus electrones, los cuales contribuyen a completar la capa exterior de electrones de ambos átomos; éstos quedan unidos formando una molécula, mediante una *unión covalente.* Los átomos de los metales se mantienen unidos por un tipo similar de unión, la *unión metálica.* Por último los iones y moléculas pueden formar unidades mucho mayores, en forma de cristales.

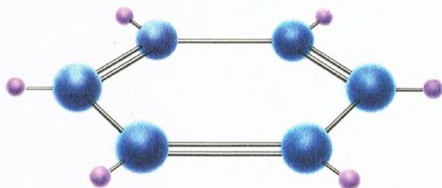


Enlace metálico
También en un cristal metálico, los átomos están ordenados regularmente según una estructura determinada. Los átomos del metal están unidos entre sí por unos enlaces originados por los electrones de la capa exterior. Estos se mueven libremente entre todos los átomos y forman una nube electrónica común para todo el cristal, lo que hace que los metales sean buenos conductores de la corriente eléctrica.





Enlaces del carbono
Un átomo de carbono tiene la propiedad de enlazar otros 4 átomos, por medio de enlaces covalentes representados, en la fórmula, por rayas. La molécula de metano (CH_4) representada en la parte superior lleva, alrededor del átomo de carbono, 4 átomos de hidrógeno. Los átomos de carbono también pueden enlazarse entre sí formando largas cadenas en zigzag (cadena de hidrocarburos, a la izqda.) o adquiriendo la forma de un anillo, generalmente con 6 átomos (abajo).



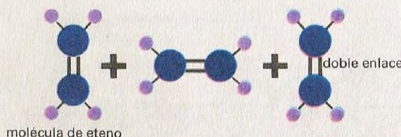
Química orgánica

Con anterioridad al siglo XIX se creía que sólo mediante una fuerza vital podían formarse las sustancias de los seres vivos. Esta opinión, el *vitalismo,* fue rebatida en 1828, cuando el alemán Wöhler sintetizó una sustancia orgánica, la urea, a partir de un material inorgánico.

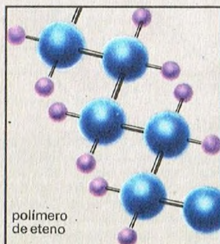
Actualmente la química orgánica se ocupa tan sólo de los *compuestos de carbono.* Por tanto, la química inorgánica estudia los demás elementos. A pesar de ello, la química orgánica abarca la mayor parte de los compuestos químicos. Hoy se conocen aproximadamente 2,5 millones de compuestos diferentes del carbono.

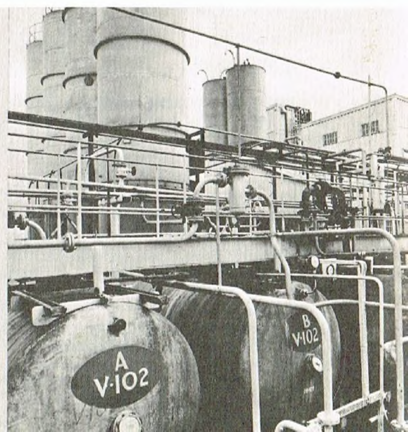
El carbono ocupa un lugar privilegiado, entre todos los elementos químicos, por sus propiedades físicas y químicas. Los átomos del carbono tienen la propiedad de unirse en cadenas muy largas, por medio de uniones covalentes. Además, tales cadenas pueden ramificarse o cerrarse formando anillos, por lo que las posibilidades de variación aumentan notoriamente. Las sustancias orgánicas más sencillas son los hidrocarburos, compuestos que constan solamente de átomos de carbono y de hidrógeno. A este grupo pertenecen muchas de las sustancias que se encuentran en el gas natural y en el petróleo, por ejemplo, metano, propano y benceno.

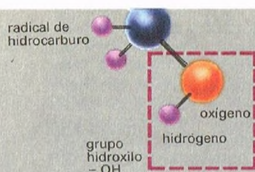
En un hidrocarburo, alguno de los átomos de hidrógeno que rodean a la cadena de carbonos puede sustituirse por un átomo o grupo de átomos de otro tipo. Esta parte de la molécula, el *grupo funcional,* presta al compuesto ciertas propiedades características, independiente-

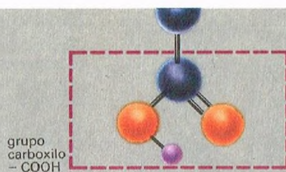


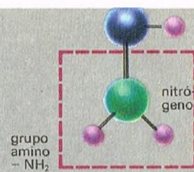
Fabricación de plásticos
La doble raya entre los átomos de carbono designa el llamado doble enlace. Este enlace se rompe fácilmente, pudiendo entonces las moléculas de eteno unirse entre sí formando cadenas muy largas (politeno). En las fábricas de plásticos (a la drcha.), este tipo de polimerización se realiza a partir de compuestos sencillos de carbono. Estas macromoléculas, con determinados aditivos, constituyen los plásticos.







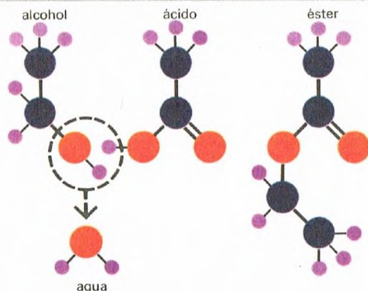




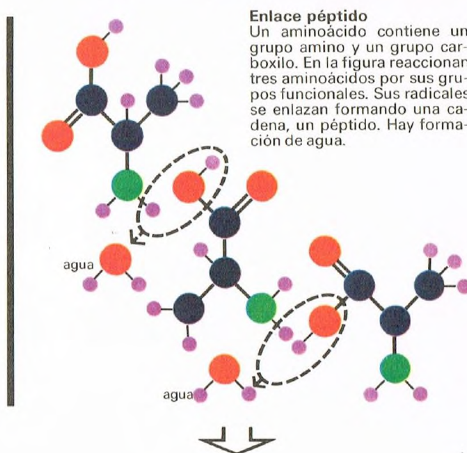
Alcohol
Si en un hidrocarburo se sustituyen átomos de hidrógeno por un número igual de grupos hidroxilos – OH, se obtiene un alcohol. Sea corta o larga la cadena del hidrocarburo, es el – OH el que impone las propiedades del alcohol.

Acidos carboxílicos
Los ácidos carboxílicos se caracterizan por el grupo carboxilo – COOH. Los ácidos son sustancias que pueden ceder protones, pero los carboxílicos no los ceden fácilmente. Estos ácidos son débiles. De este tipo es el ácido acético.

Amina
La amina se obtiene sustituyendo en un hidrocarburo un átomo de hidrógeno por un grupo $-NH_2$. Este grupo, denominado amino, y el carboxilo están en todos los aminoácidos. Tiene la propiedad de atraer protones.



Esteres
El grupo hidroxilo de un alcohol puede reaccionar con el grupo carboxilo de un ácido. Los átomos rodeados por el anillo formarán entonces agua, uniéndose los radicales de alcohol y de ácido, para formar un éster. La grasa corriente es un éster.

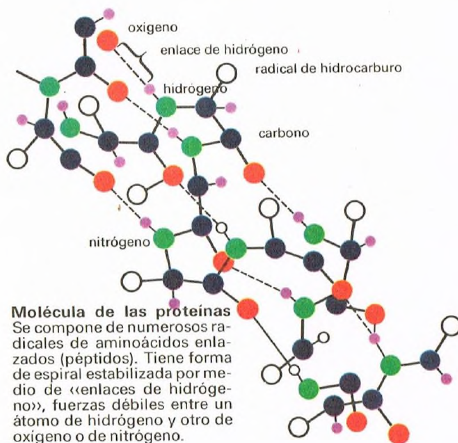


Enlace péptido
Un aminoácido contiene un grupo amino y un grupo carboxilo. En la figura reaccionan tres aminoácidos por sus grupos funcionales. Sus radicales se enlazan formando una cadena, un péptido. Hay formación de agua.

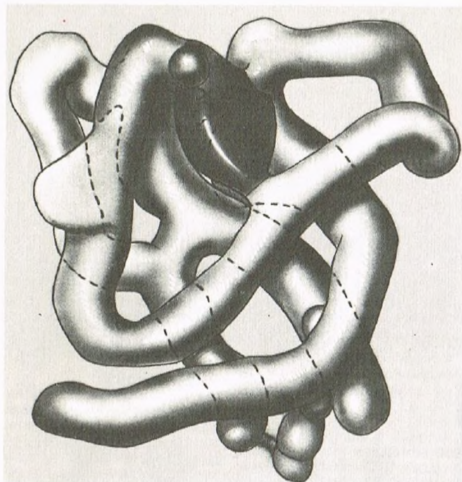
mente de la forma de la cadena de carbonos. Sistematizando los compuestos del carbono según estos grupos funcionales, es posible comprender los innumerables compuestos de la química orgánica.

Moléculas orgánicas relativamente sencillas pueden unirse en forma de cadena, originando moléculas gigantescas, como las de la celulosa. Un ejemplo de macromoléculas muy complicadas son las *proteínas,* que constan de *aminoácidos* unidos entre sí.

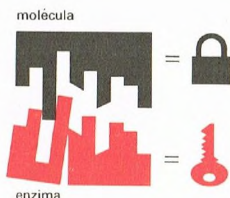
Los *plásticos* están constituidos por macromoléculas obtenidas sintéticamente mediante el proceso llamado *polimerización.* Mucho más difícil resulta sintetizar las proteínas. En 1951, Sanger aclaró la constitución de la insulina, proteína compuesta de 60 aminoácidos, y en 1964 se logró sintetizarla. Se desconoce todavía la constitución de muchas macromoléculas naturales.



Molécula de las proteínas
Se compone de numerosos radicales de aminoácidos enlazados (péptidos). Tiene forma de espiral estabilizada por medio de «enlaces de hidrógeno», fuerzas débiles entre un átomo de hidrógeno y otro de oxígeno o de nitrógeno.



Proteínas
Las proteínas forman parte de las sustancias más importantes que constituyen la base de los seres vivos. La molécula de proteína, en forma de espiral (figura superior), está entrelazada formando un cuerpo muy complejo.



Enzimas
En el organismo la velocidad de las reacciones químicas está controlada por enzimas. Cada una de ellas posee una acción específica, es decir, sólo actúa sobre una determinada sustancia química, a la que se adapta como la llave a la cerradura.

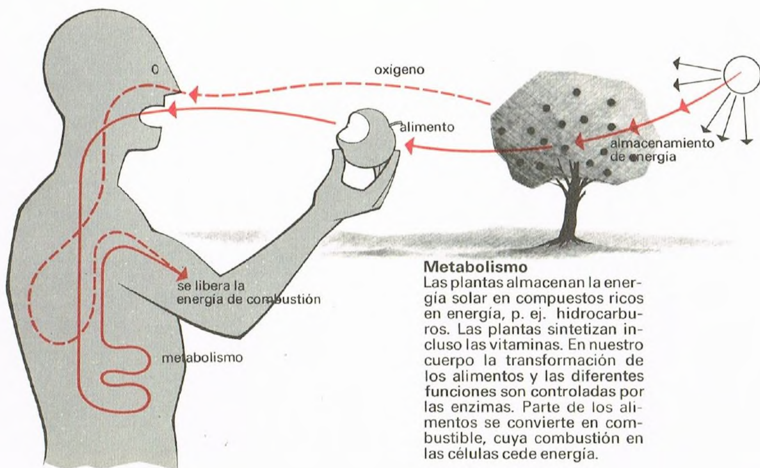
Bioquímica

La bioquímica estudia la estructura y funciones de la materia viva. Este objetivo coincide en gran parte con el del químico orgánico en la época del vitalismo. Los químicos actuales no aceptan la existencia de un tipo especial de fuerza vital, sino que opinan que todos los procesos vitales se deben a fenómenos físicos y químicos normales.

Tres son los elementos fundamentales que constituyen la materia viviente en la Tierra: *carbono, oxígeno* e *hidrógeno.* Otros elementos, como nitrógeno, fósforo y azufre, se hallan en menor proporción. Los elementos más importantes van recorriendo continuamente en la naturaleza unos ciclos cerrados, con absorción y liberación de energía, lo cual es necesario para la perduración de la vida. Al conocimiento de tales ciclos ha contribuido de manera decisiva el estudio del *metabolismo* en los organismos.

La *célula* es la unidad fundamental de todo lo viviente. En ella se han logrado diferenciar unas estructuras muy especiales, los llamados *orgánulos,* cuya constitución puede estudiarse actualmente en un microscopio electrónico, al tiempo que en tubos de ensayo es posible comprobar la función que desempeñan.

Quizá los componentes más importantes de la célula son las proteínas. No solamente constituyen la base de la célula, sino que además, formando las *enzimas,* regulan las reacciones químicas en la célula viva. Las proteínas están constituidas por unos 20 aminoácidos diferentes. Si, p. ej., 100 radicales de estos aminoácidos pueden formar una macromolécula, se comprende con facilidad que

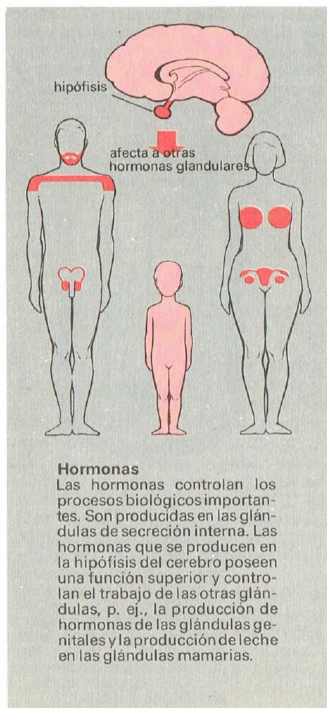


Metabolismo
Las plantas almacenan la energía solar en compuestos ricos en energía, p. ej. hidrocarburos. Las plantas sintetizan incluso las vitaminas. En nuestro cuerpo la transformación de los alimentos y las diferentes funciones son controladas por las enzimas. Parte de los alimentos se convierte en combustible, cuya combustión en las células cede energía.

las posibilidades de combinación sean tantas que cada individuo pueda poseer sus «propias» proteínas. Se ha comprobado que un solo radical de aminoácido colocado incorrectamente en una molécula de proteína ha dado lugar a estados patológicos.

Otras sustancias orgánicas complejas son las *hormonas* y las *vitaminas*. La interacción entre los diferentes órganos es realizada por el sistema nervioso, pero también por la acción química de las hormonas en las células. Para que muchas de las enzimas puedan operar, son necesarias las vitaminas.

La célula tiene también la propiedad de reproducirse y de informar acerca de su propio desarrollo. El fenómeno biológico de la herencia está registrado como un código químico en el interior de unas moléculas extraordinariamente complejas – situadas en el núcleo de células – llamadas *moléculas DNA* (ácido desoxirribonucleico). Una de las aportaciones más fascinantes de la bioquímica ha sido el haber descifrado por completo este código (ver, además, Herencia 5 - 6).



Hormonas
Las hormonas controlan los procesos biológicos importantes. Son producidas en las glándulas de secreción interna. Las hormonas que se producen en la hipófisis del cerebro poseen una función superior y controlan el trabajo de las otras glándulas, p. ej., la producción de hormonas de las glándulas genitales y la producción de leche en las glándulas mamarias.

molécula DNA

D = desoxirribo (azúcar)
P = fosfato

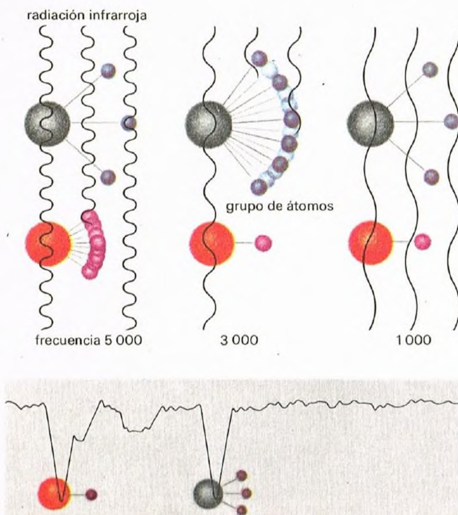
enlace de hidrógeno

D – A = T – D
D – G = C – D
D – T = A – D
D – C = G – D

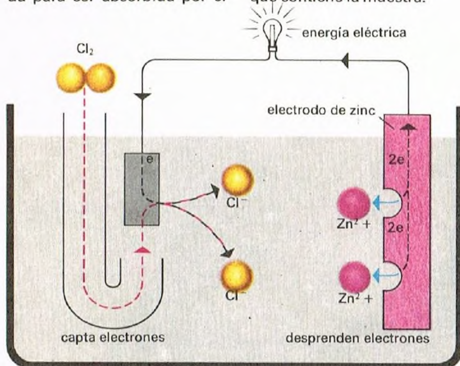
Bases nitrogenadas
A = adenina
T = timina
C = citosina
G = guanina

se forman nuevas espirales DNA

Química de la herencia
Una célula puede producir por sí misma las moléculas que necesita para su desarrollo, función y reproducción. Para ello se requiere una información que está almacenada en las moléculas DNA existentes en el núcleo de la célula. Una molécula DNA consta de dos cadenas DNA que se enroscan formando una espiral doble. Esta se mantiene unida por dos pares de bases (timina - adenina y citosina - guanina). Ambos pares se mantienen enlazados por átomos de hidrógeno. La molécula DNA controla la producción de proteínas en la célula. Cuando ésta se divide, también lo hace la molécula, formando dos espirales sencillas, cada una de las cuales sirve de modelo para la formación de una nueva espiral.



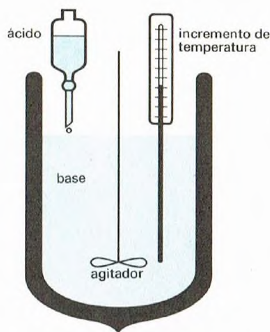
Espectrometría
En la espectrometría infrarroja se hace pasar una radiación de onda larga – rayo infrarrojo – a través de una muestra cuya composición es desconocida. Ciertos grupos de átomos absorben la radiación y registran vibraciones. En la parte izquierda se advierte que la radiación posee una frecuencia adecuada para ser absorbida por el grupo inferior de átomos. En la parte central la frecuencia es tal que el grupo superior de átomos absorbe la radiación. Ciertas frecuencias no afectan a ninguno de los dos grupos de átomos (a la drcha.). Las bandas del espectro indican las frecuencias absorbidas y, por tanto, los grupos atómicos que contiene la muestra.



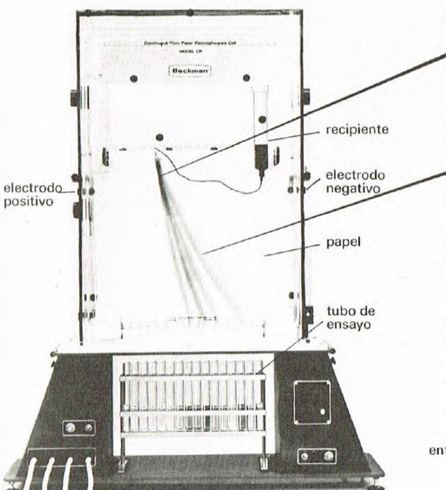
Potenciometría
La potenciometría puede emplearse para investigar ciertas reacciones. Los elementos que en el sistema periódico están situados en el extremo inferior izquierda son los que con más facilidad pueden ceder electrones. Los situados en el extremo superior derecha tienden a captar electrones. Por el tubo de la izquierda se añade a la disolución un elemento de este último tipo Cl_2).
Los átomos del electrodo de zinc liberan electrones y pasan a la solución en forma de iones, $Zn_2{}^+$. El cloro capta electrones y se ioniza, Cl^-. La cantidad de energía eléctrica recogida (bombilla) es la medida de la energía que se libera en la reacción.

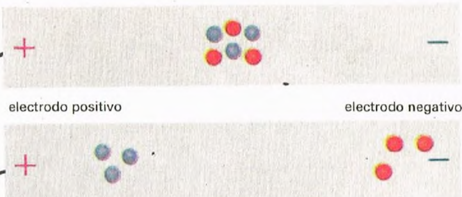
Química física

Por motivos prácticos se consideró conveniente separar la química de la física, que se ocupa del estudio general de los fenómenos naturales. La química trata de la constitución de la materia y sus variaciones; la física describe además otras formas de energía y fuerzas que actúan en la naturaleza. Pero es imposible trazar una línea divisoria entre estas dos ciencias. Dentro del campo de la química, se plantean muchos problemas relacionados con la *acción-efecto entre la materia y otras formas de energía*. Estos problemas comunes a ambas ciencias corresponden a la llamada química física. Dentro de este sector se integran también las cuestiones relacionadas con la estructura interna del átomo. La química física trata y estudia problemas, basados en teorías y métodos físicos, dentro de la química inorgánica, orgánica o bioquímica. Dentro de la *fotoquímica* y *espectrometría* se investiga la interacción entre la materia y la energía de radiación. Esta energía puede influir de muchas maneras en la materia. La energía de radiación de la luz solar es almacenada en las plantas. La luz impresiona la película en una cámara fotográfica. El color de una sustancia depende de su capacidad de absorber radiaciones. La luz infrarroja puede ser absorbida por determinados grupos de átomos. Esta particularidad puede ser aprovechada en un método analítico, la *espectrofotometría infrarroja*.



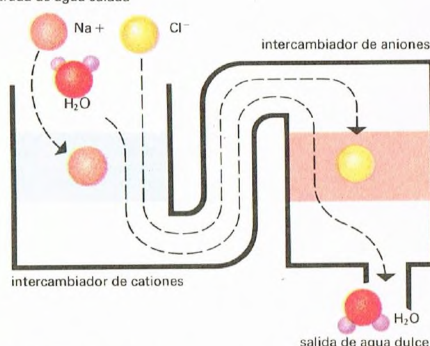
Termoquímica
En termoquímica se mide el desprendimiento de energía en una reacción química. Esta se realiza en un recipiente aislado térmicamente, y se mide el incremento de temperatura. De esta manera se puede medir, p. ej., el desprendimiento de calor cuando un ácido reacciona con una base (arriba), o bien en una combustión.





Electroforesis

Las partículas cargadas se pueden separar por medio de electroforesis. La solución de ensayo contenida en el recipiente del aparato que aparece a la izquierda, se derrama lentamente en un papel fijado a un bastidor. La solución salina humedece el papel y lo hace conductor de la electricidad. Las fuerzas eléctricas actúan sobre la solución de ensayo. Las partículas de la solución son llevadas a una de las dos partes del papel, según estén cargadas positiva o negativamente. En los tubos de ensayo se recogen siempre las mismas partículas en el mismo tubo. Este método se emplea para separar entre sí las partículas, a fin de obtener, por ejemplo, una proteína pura.



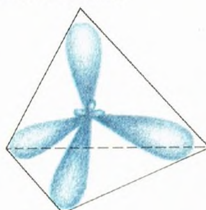
Intercambiador de iones

Los intercambiadores de iones contienen iones unidos débilmente, que pueden cambiarse con facilidad por otros. Con el intercambiador de iones es posible, por ejemplo, convertir en agua dulce la salada. Como en el agua salada hay iones de sodio e iones de cloro (Na^+ y Cl^-), se la hace pasar a través de dos intercambiadores. En el de cationes quedan fijados los iones de sodio, y en el de aniones, los de cloro. Por ello, el agua que pasa por ambos intercambiadores es dulce. Este método se emplea, entre otras aplicaciones, para análisis.

La *electroquímica* trata de la interacción entre la materia y la energía eléctrica o fuerzas eléctricas *(potenciometría)*. La conductibilidad eléctrica de soluciones, el consumo de energía en procesos electrolíticos, etc., pueden proporcionar valiosa información acerca de la capacidad de diversas sustancias para reaccionar entre ellas. La *termoquímica* estudia el desarrollo de calor en las reacciones químicas. La termodinámica química, al igual que la espectrometría, ha permitido la determinación de las fuerzas de unión entre los átomos de una molécula.

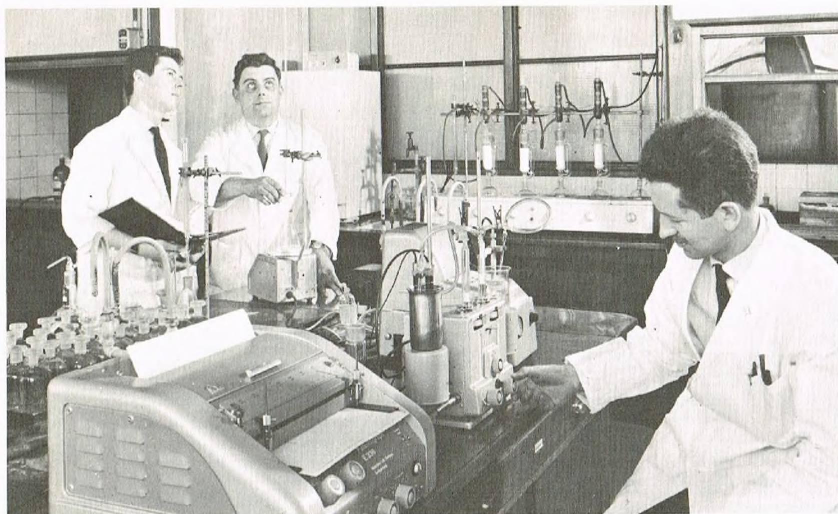
En la química física se investigan los efectos de las fuerzas exteriores sobre los iones, átomos y moléculas. En la *electroforesis* se aprovechan las fuerzas eléctricas (una forma de separar entre sí los iones y otras partículas cargadas). La fuerza centrífuga se emplea en las *ultracentrifugadoras,* donde las proteínas y otras moléculas de gran tamaño pueden sedimentarse a una velocidad observable. Las fuerzas de absorción química se aprovechan en los intercambiadores de iones. Todos estos métodos han sido aplicados en procesos muy importantes de disociación y análisis.

Para el estudio de la constitución interna del átomo, la fisicoquímica se ha integrado completamente en la física propiamente dicha. Lo mismo sucede en lo que respecta al estudio de la unión química, mediante cálculos mecánico-cuánticos de las energías orbitales.



La teoría cuántica

No se puede precisar exactamente la posición de los electrones en un átomo. Sin embargo, es posible determinar las zonas en las que es más probable que se encuentren. Concretamente, las zonas en las que con mayor probabilidad pueden localizarse los cuatro electrones exteriores de un átomo de carbono son las señaladas en azul. La posición de estos electrones llamados orbitales se determina por medio de cálculos mecánico-cuánticos.



El químico en el laboratorio
Actualmente no sólo las universidades y los centros de investigación disponen de laboratorios bien equipados – si bien en estas instituciones es donde se realizan las investigaciones fundamentales –; también el sector industrial ha invertido cuantiosas sumas en la investigación orientada, control de fabricación, etc., pero el químico desarrolla su actividad tanto en su despacho como en el laboratorio.

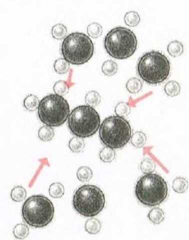


observar



analizar

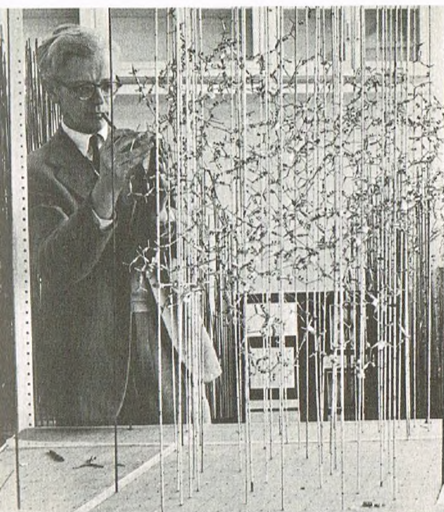
sintetizar



¿Qué hace el químico?
Como todos los hombres de ciencia, el químico debe observar de forma objetiva la naturaleza, corrigiendo sus propias hipótesis según se va desarrollando la técnica experimental. El químico analiza los compuestos químicos de diferentes tipos, «rompe» las moléculas, átomo por átomo, con diferentes métodos técnico-analíticos. Las observaciones y los análisis ayudan al químico a desarrollar – sintetizar – nuevas sustancias, a partir de compuestos sencillos.

El químico en el trabajo

El rápido desarrollo técnico actual pudiera inducir a alguien a creer que dentro de poco apenas quedará algo por descubrir. Pero para el químico la *investigación fundamental,* y muy especialmente el análisis de las sustancias que controlan los procesos vitales, constituye todavía un vasto campo de estudio.
Algunos productos químico-técnicos de gran utilidad práctica se han descubierto por «accidente». La técnica de los transistores se inició a consecuencia de un cristal que por descuido estaba sucio. Pero es la *investigación orientada* ordenadamente, en combinación con una investigación fundamental, la que logra obtener los materiales empleados en la vida práctica. Frecuentemente se llama a nuestro tiempo la era del plástico. El *plástico* es el nombre genérico que se da a un gran número de productos compuestos por macromoléculas formadas por los químicos, a partir de sustancias simples. Los plásticos son sustancias artificiales que no existen en la naturaleza. El vidrio de la ventana, el nylon de la camisa, la pintura de las paredes, etc., son productos sintéticos obtenidos en los laboratorios químicos.
La civilización moderna exige de la *técnica* nuevos materiales con condiciones cada vez más ventajosas. En un cohete espacial, el módulo tripulado tiene que soportar temperaturas muy superiores a las que puede resistir un metal o una aleación normal. Los químicos han podido vencer esta dificultad sintetizando silico-





Investigación fundamental
Las sustancias que se analizan pueden poseer una estructura muy complicada. En el grabado se construye un modelo tridimensional de una molécula de mioglobina.

Agricultura
Un análisis realizado al aire libre, en Tanzania, puede servir de ejemplo de la contribución del químico en el terreno agrícola. Esta contribución ha sido decisiva, sobre todo en los países en vías de desarrollo.

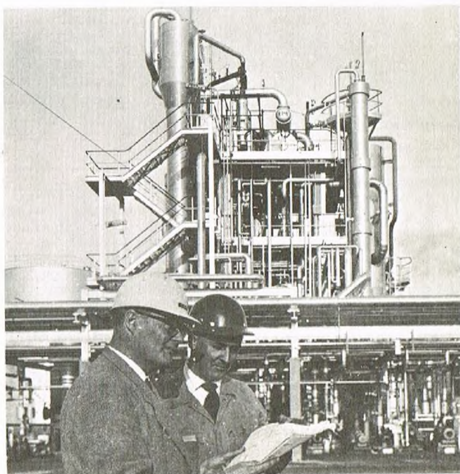
Industria
Muchos químicos trabajan, al lado de ingenieros, en la industria químico-técnica. En la figura se discute, en una refinería de petróleo, un proyecto de construcción.

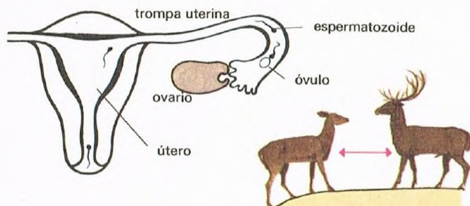
nas, cuya resistencia térmica es de 5 000 Centígrados. Durante el s. XX se ha elaborado una serie de *medicamentos* con los que prácticamente se han hecho desaparecer ciertas enfermedades. La sintetización de determinadas sustancias ha abaratado considerablemente muchos medicamentos. Se han elaborado penicilinas semisintéticas que poseen un efecto biológico superior incluso al de los productos naturales.

La población mundial aumenta a un ritmo vertiginoso, por lo que el problema del hambre se agudiza cada vez más. Se trata de un problema cuya solución depende en gran parte del químico. Se ha logrado elaborar abonos artificiales y productos para combatir a los insectos, a fin de obtener mayor rendimiento en los campos cultivados; actualmente se está llevando a cabo una activa investigación para aprovechar como alimento las algas marinas.

Sin embargo, el hombre está contaminando la naturaleza. Los gases de escape, los «biocidas», las aguas residuales, etcétera, aumentan esta contaminación.

Los conocimientos científicos del químico, con los de otros especialistas, son cada día más necesarios para eliminar, o al menos contrarrestar, esta amenaza.





Fecundación interna

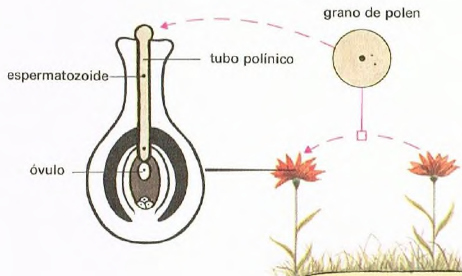
Animales en la tierra

Fecundación externa

y en el agua



La reproducción sexual, en la cual se funden los gametos masculinos y femeninos para formar un nuevo individuo, apareció al comienzo de la evolución, cuando la vida estaba confinada en el mar. En este medio, espermatozoides y óvulos podían subsistir en el exterior del cuerpo que los elaboraba. Los animales terrestres deben transportar en su cuerpo una reserva líquida que permita el encuentro de sus células sexuales. Los mamíferos transportan dicha reserva en el útero y en las trompas uterinas, donde tiene lugar la fecundación interna.



Fecundación interna

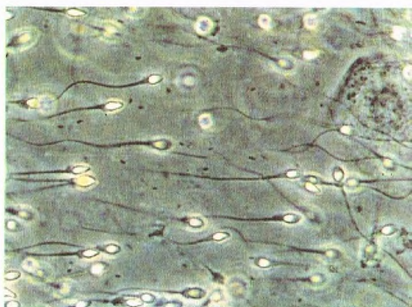
Plantas en la tierra

Fecundación externa

y en el agua



Las plantas se reproducen sexualmente, como los animales. Las plantas acuáticas – en la figura, un alga parda – liberan los gametos en el agua (fecundación externa). Las plantas aéreas, con algunas excepciones, como los musgos y helechos, poseen una reproducción algo más compleja. Estas plantas deben enviar sus gametos por el aire. Cuando el grano de polen llega a la parte superior del pistilo de otra planta, crece un tubo polínico que llega hasta el óvulo, el cual es fecundado por los espermatozoides.



Los espermatozoides nadan con sus colas vibrátiles hasta el óvulo. Este viaje significa la muerte para la mayoría de estas células, de las cuales una sola, entre muchos millones, logrará fecundar el óvulo.

REPRODUCCION

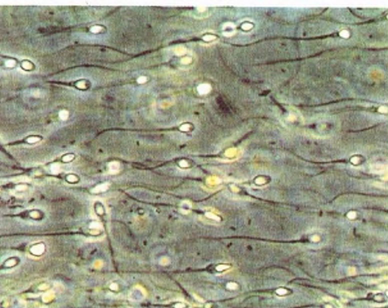
Fecundación

El individuo muere, la vida continúa. Los genes, que controlan los procesos vitales y las funciones celulares, y dan a cada especie sus características especiales, se transfieren durante la vida de un individuo a una nueva generación, asegurándose de esta manera la continuidad del proceso vital.

En los seres unicelulares tiene lugar la reproducción por *escisión* de cada célula, formándose así nuevas células independientes. Un proceso parecido se da en los organismos pluricelulares inferiores (levaduras, hidras, etc.): un individuo produce varios, por *gemación*. Los individuos formados a partir de estos procesos de escisión o gemación son en realidad uno solo, aun cuando «disperso» en partes, a condición de que no haya habido una variación en sus genes, cosa que puede ocurrir.

Un proceso definitivo, en cuanto a la posibilidad de variaciones hereditarias, es la aparición de unas células reproductoras especiales, los *gametos* masculino y femenino, que se fusionan formando un nuevo individuo. Cada una de estas células aporta la mitad de los factores hereditarios del nuevo individuo. El contenido de estas «mitades» de herencia puede variar, originándose así, dentro de la misma especie, individuos con características especiales.

Esta reproducción *sexual* (a diferencia de la asexual, que ocurre en la reproducción por fisión o gemación) apareció en época muy temprana en la evolución de los seres vivos. Casi todos los organismos, incluso los unicelulares, poseen alguna forma de reproducción sexual, alternando o no con la asexual.

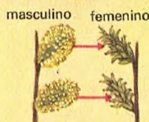


Así ha ocurrido durante millones de años. La fotografía muestra, aumentados 500 veces, espermatozoides humanos; su aspecto no es muy distinto del que ofrecerían los espermatozoides de uno de los animales más primitivos.

La mayoría de las plantas superiores y numerosos animales son *hermafroditas:* el mismo individuo produce células masculinas y femeninas. Por el contrario en los *unisexuales* el individuo es exclusivamente masculino o femenino. Existen también ciertos animales como la ostra y la gamba, que pueden cambiar de sexo. El *gameto masculino* es móvil, mientras que el *femenino* es inmóvil: este principio se mantiene casi sin excepción tanto en el reino vegetal como en el animal. El gameto masculino, o *espermatozoide,* lleva tan sólo la mitad de los factores hereditarios. La mitad restante, así como la porción viviente necesaria para iniciar la formación del nuevo individuo, se encuentra en el gameto femenino, el *óvulo.* En todos los animales la fecundación tiene lugar en el seno de un líquido, como así ocurrió en un principio en los mares primitivos. La constitución del espermatozoide (cabeza que lleva los genes, un segmento intermedio que proporciona la energía y una cola móvil) no ha registrado apenas cambios a lo largo de la evolución. El óvulo, por el contrario, puede ser de diferentes tipos, según contenga muchas o pocas sustancias de reserva y el hijo se desarrolle dentro o fuera del cuerpo de la madre. Las plantas superiores, por lo que respecta a la fecundación, se han hecho completamente independientes del medio líquido. Se trata de una condición indispensable para que puedan reproducirse en la tierra firme, ya que no pueden acercarse unas a otras. En la generación de los seres humanos rigen las mismas condiciones de necesidad de un medio líquido que se dan en otros animales, como más adelante se señalará.

Fecundación interna PLANTAS | ANIMALES en la tierra

UNISEXUAL



fecundación cruzada



HERMAFRODITAS



fecundación cruzada



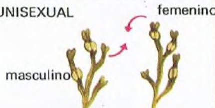


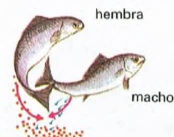
autofecundación

Los animales hermafroditas, por ejemplo ciertos gusanos y caracoles, se fecundan mutuamente (fecundación cruzada). Las flores son generalmente hermafroditas y poseen fecundación cruzada, aun cuando a veces también se da la autofecundación.

Fecundación externa En el agua

UNISEXUAL



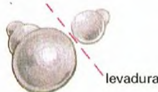


HERMAFRODITAS

Algunos animales, como la gamba del mar del Norte, son hermafroditas, aun cuando suelen pasar primero por el estadio de macho y posteriormente por el de hembra, y no simultáneamente. Los gametos son liberados en el agua.

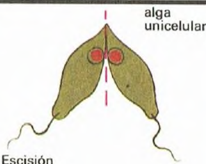


Reproducción asexual

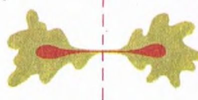


gemación





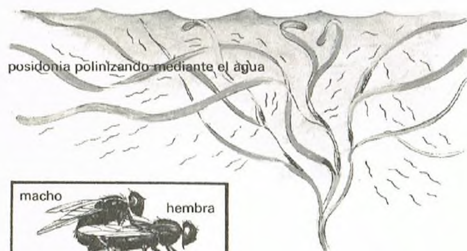
Escisión





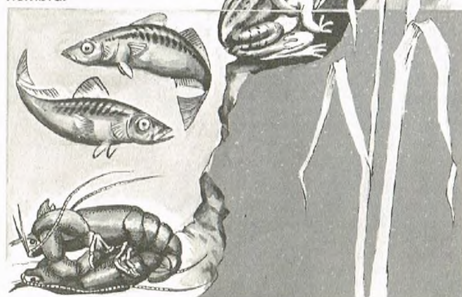
Polinización
Las plantas transportan sus gametos masculinos mediante el viento (centeno), en la superficie del agua (nenúfares), o en el seno de ésta (ciertas algas). Estas plantas están fijas y por ello no pueden acercarse unas a otras.
Muchas flores atraen a los insectos, en cuya vellosidad se fijan los granos de polen que son transmitidos por aquéllos a otras flores.





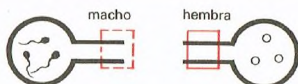


Galanteo y fecundación
El galanteo que se observa en los peces no es un apareamiento, sino un acercamiento de la hembra y el macho. Incluso en los batracios, la fecundación se realiza todavía en el agua. En ciertos invertebrados la hembra recibe del macho un paquete de espermatozoides que va utilizando a medida que los necesita. En los animales terrestres la fecundación es interna: los espermatozoides se introducen en el cuerpo de la hembra.



Cópula

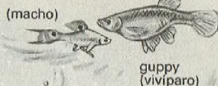
En las especies que poseen fecundación externa, no se requiere, para que ésta tenga lugar, que el macho y la hembra se busquen y tengan un contacto directo. Sin embargo, hay ciertas dificultades para evitar que los óvulos sean fecundados por espermatozoides de especie diferente. No obstante, existen unos mecanismos anatómicos o fisiológicos muy efectivos que sólo permiten la unión de dos gametos de sexo opuesto y de la misma especie.
En muchos organismos tanto superiores como inferiores, el contacto directo entre macho y hembra es una condición para que puedan fusionarse los gametos femeninos y masculinos. Esto tiene especial importancia en las especies de *fecundación interna,* en las que, para que tenga lugar la reproducción, los espermatozoides deben ser depositados en el interior del cuerpo de la hembra: el macho y la hembra han de realizar la llamada *cópula.*
Este proceso de conservación de la especie es, desde el punto de vista biológico, una actividad fundamental de la vida de cualquier individuo. No es, pues, extraño que la atracción sexual influya de una manera tan intensa en nuestras acciones.
Muchas especies tienen un ritmo reproductor anual. El óvulo no puede fecundarse más que durante determinada época, que depende del clima, así como del cuidado que recibirán las crías. El canto de celo de los urogallos, en las mañanas de los días primaverales, y el galanteo de las espinochas en los cañaverales, poco antes del verano, son ejemplos de la relación que la reproducción tiene con ciertas estaciones del año. Pero en las especies que poseen fecundación interna, en especial en aquellas en las que el feto se desarrolla en el interior del cuerpo de la madre, esta dependencia con respecto al clima y a otros factores exteriores se hace considerablemente menor. El ser humano posee fecundación interna, y el feto se desarrolla en el cuerpo de la mujer. El hombre usa vestidos y vive en viviendas protegidas contra el frío, por lo que la reproducción no se limita a determinadas épocas del año; nuestra especie puede vivir y desarrollarse en cualquier parte de nuestro planeta. Incluso los individuos muy débiles tienen la posibilidad de salvarse y comunicar la vida a nuevas generaciones. Ello ha dado origen a un nuevo problema: ¿Serán suficientes los recursos de nuestro planeta para alimentar debidamente a la enorme y creciente población de seres humanos?



Evolución del aparato reproductor
El aparato reproductor consta esencialmente de dos partes: gónadas y conductos reproductores. En el macho la parte inferior de estos conductos puede transformarse en un órgano copulador, el pene. En las hembras la parte central de los mismos se convierte en el útero.



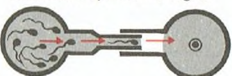
Galanteo en el agua
Los peces requieren solamente un sistema reproductor sencillo, reducido a las gónadas y a un conducto genital. Durante el galanteo se expulsan óvulos y espermatozoides en un mismo lugar. El desarrollo de las crías se produce, pues, fuera del cuerpo materno.
No obstante, ciertos peces, por ejemplo algunos tiburones y peces de acuario, poseen fecundación interna y son vivíparos: la madre expulsa crías ya formadas, y el macho suele poseer un órgano copulador. Por tanto, en algunos animales acuáticos existe la fecundación interna.







Cópula entre animales terrestres
El sistema reproductor funciona bien siempre que las aberturas genitales puedan adaptarse una a otra. En ciertos grupos ello se ve facilitado por la existencia de un pene.
La parte media del conducto genital femenino alcanza distinto desarrollo, según el tiempo que el huevo pase en dicho lugar. Si éste es breve, basta con un conducto sencillo (A). Si la puesta y la incubación se realizan en el cuerpo de la madre, la parte media del conducto genital se transforma en un lugar donde se incuba el huevo (B); y si hay contacto entre la circulación sanguínea del feto y la de la madre, se transforma en útero (C).

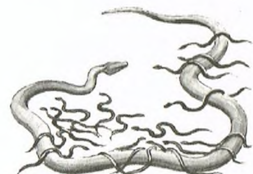


Evolución del conducto genital femenino





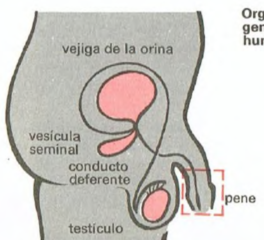


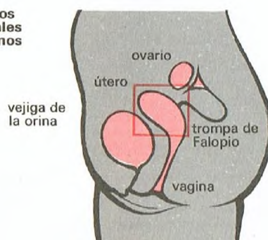




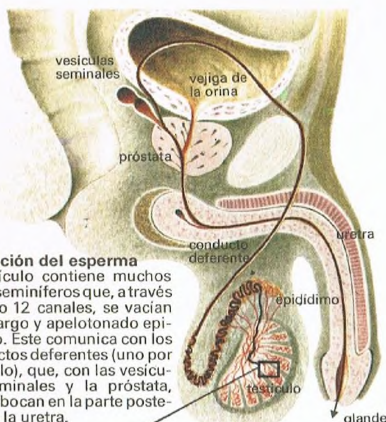


Organos genitales humanos

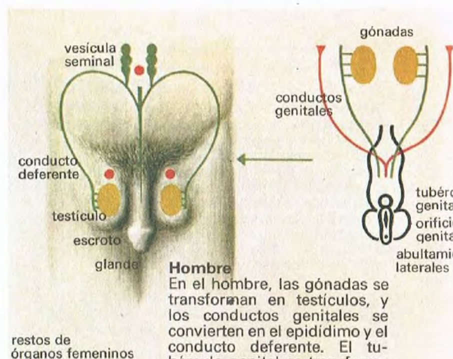




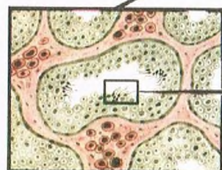
Los órganos genitales humanos están adaptados para una fecundación en «medio acuático», necesaria para el desarrollo del feto. En ambos sexos el sistema reproductor consta de gónadas y conductos genitales (las gónadas del hombre son los testículos; las de la mujer, los ovarios). La parte exterior del conducto genital del hombre es el pene, que introduce el esperma directamente en el «medio acuático» de la mujer (secreción uterina). En ésta la parte media del conducto genital se ha transformado en útero.

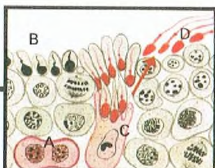


Formación del esperma
El testículo contiene muchos tubos seminíferos que, a través de 10 o 12 canales, se vacían en el largo y apelotonado epidídimo. Este comunica con los conductos deferentes (uno por testículo), que, con las vesículas seminales y la próstata, desembocan en la parte posterior de la uretra.

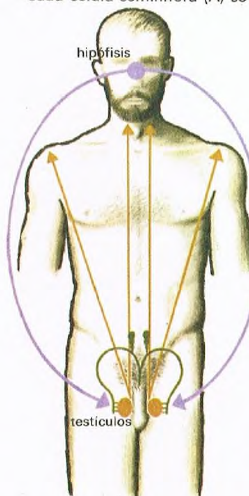


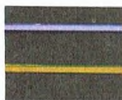
Hombre
En el hombre, las gónadas se transforman en testículos, y los conductos genitales se convierten en el epidídimo y el conducto deferente. El tubérculo genital se transforma en glande; los abultamientos laterales, en testículos.





En los tubos seminíferos de los testículos se forman los espermatozoides, a partir de las células de la pared del tubo. En los intersticios entre los tubos se produce la hormona sexual masculina, que se vierte en los vasos sanguíneos.
Cada célula seminífera (A) se divide repetidamente en dos: una sigue siendo la célula seminífera; la otra se divide dos veces más (B). Las cuatro células resultantes quedan fijadas en una célula de apoyo (C) donde van madurando hasta transformarse en espermatozoides (D).

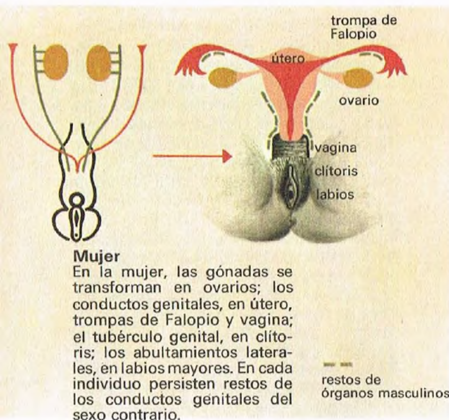




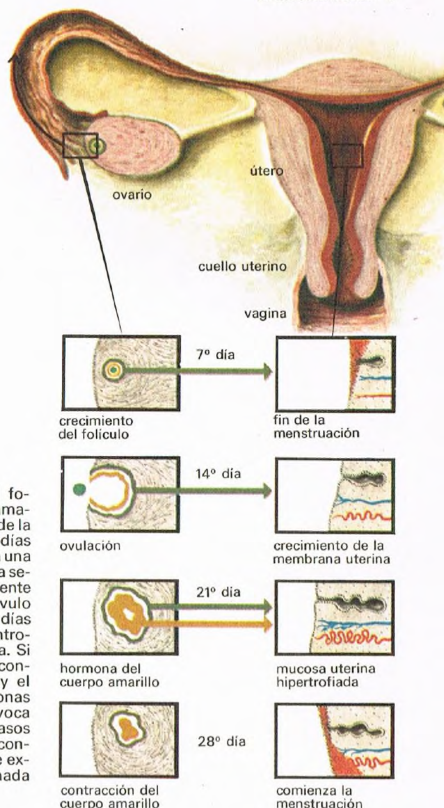
Regulación hormonal en el hombre
La hipófisis provoca la aparición de la pubertad, al enviar a la sangre hormonas que estimulan a las gónadas. Cuando aquéllas llegan a los testículos actúan los tubos seminíferos, y las células situadas entre ellos producen hormona masculina. Esta provoca a su vez la aparición de los caracteres sexuales secundarios: el cuerpo del hombre se hace más anguloso, se ensanchan sus espaldas, y la voz se torna más grave. Aparece la barba y aumenta la vellosidad en el cuerpo. Surge el apetito sexual. La relación hipófisis - testículos se mantiene constantemente a un nivel regular (arriba).

Organos genitales humanos

El ser humano posee un aparato reproductor dividido en dos partes principales: las gónadas, o glándulas sexuales, y los conductos de transporte. Las *gónadas*, testículos en el hombre y ovarios en la mujer, tienen una función similar en ambos sexos: producir *gametos* para la reproducción de la especie. Además, por medio de sus *hormonas* aseguran la coordinación del resto del aparato reproductor. Tanto en el hombre como en la mujer los conductos reproductores están conformados con arreglo al mismo plan básico. Pueden considerarse derivados de dos pares de conductos embrionarios indiferenciados, los cuales se desarrollarán en sentido masculino o femenino según sean los genes que posea el embrión. Los espermatozoides se forman en los tubos seminíferos de ambos *testículos*, que se unen al *conducto deferente*, donde los espermatozoides se almacenan durante su maduración. La formación de espermatozoides debe realizarse a algunos grados por debajo de la temperatura del cuerpo. Por ello los testículos están situados en el *escroto*, fuera del abdomen, lo cual es un sistema excelente de refrigeración. Para la formación del esperma, constituido por los espermatozoides y un líquido viscoso que les sirve de vehículo, existen las *vesículas seminales* y la *próstata*, las cuales desembocan en el conducto urinario masculino, la uretra; el esperma sale al exterior por el *pene*.
En la mujer, en cuyos *ovarios* madura un óvulo cada cuatro semanas, es fundamental la existencia de un lugar donde el óvulo pueda esperar su fecundación, *las trompas de Falopio*, y de un recinto, el *útero*, donde pueda desarrollarse el huevo fecundado. El órgano de cópula



Mujer
En la mujer, las gónadas se transforman en ovarios; los conductos genitales, en útero, trompas de Falopio y vagina; el tubérculo genital, en clítoris; los abultamientos laterales, en labios mayores. En cada individuo persisten restos de los conductos genitales del sexo contrario.



Ciclo menstrual
Las células ovulares se hallan envueltas en un tejido compacto, rodeada cada una de una delgada capa celular. Cada mes madura una de estas células. La capa celular se convierte en folículo ovárico que, tras dos semanas, se abre en la superficie del ovario. El óvulo es expulsado y pasa a la trompa de Falopio, y, más tarde, al útero. El folículo se convierte en el cuerpo amarillo, el cual se contrae y muere después de unos 10 días, caso de que el óvulo no haya sido fecundado. El folículo y el cuerpo amarillo constituyen la glándula hormonal femenina, que se renueva, por tanto, cada mes.

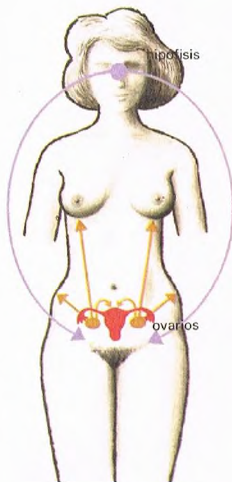
La hipófisis, mediante el folículo ovárico y el cuerpo amarillo, controla la variación de la mucosa uterina. Tras 5 a 7 días de menstruación, se forma una nueva mucosa durante una semana. En la semana siguiente se prepara la llegada del óvulo fecundado. Cinco a seis días después, el óvulo se ha introducido en la pared uterina. Si no ha sido fecundado, se contrae el cuerpo amarillo, y el útero no recibe las hormonas del embarazo, lo que provoca una contracción de los vasos sanguíneos. Cuando esta contracción cesa, la sangre se expulsa junto con la mencionada mucosa.

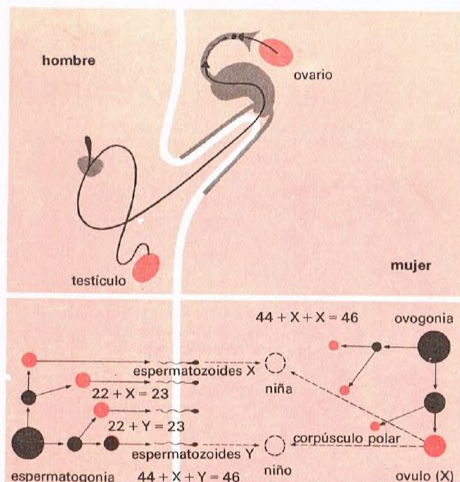
de la mujer, la *vagina,* por ser caliente y húmedo, es adecuado para la recepción del esperma; sirve también de canal dilatable para la salida de la criatura que va a nacer. Los órganos genitales externos de la mujer apenas han variado desde el estado embrionario indiferenciado, mientras que los órganos internos han sufrido una transformación muy compleja.

El período de pubertad comienza del mismo modo en ambos sexos: la *hipófisis* comienza a estimular las gónadas. Pero los resultados de estos estímulos son diferentes, ya que también son distintas las hormonas formadas en los testículos y ovarios. Asimismo difieren entre sí las regulaciones hormonales que tienen lugar en la pubertad. En el hombre comienza una actividad coordinada e ininterrumpida entre la hipófisis y los testículos. Pero en la mujer, tiene lugar un ciclo regular de cuatro semanas, que se interrumpe cuando el último folículo ovárico madura, dando lugar al climaterio.



Regulación hormonal en la mujer
En la mujer, la hipófisis inicia la pubertad, estimulando el crecimiento de un folículo en el ovario. Cada folículo segrega hormonas sexuales femeninas, laś cuales desarrollan los caracteres sexuales de la mujer. Pero estas hormonas femeninas inhiben a las hormonas de la hipófisis y, por tanto, a sí mismas, disminuyendo su concentración en la sangre. Cuando esto ocurre disminuye a su vez esta represión y la hipófisis puede volver a estimular los folículos. Esta relación entre hipófisis y ovarios explica el ritmo menstrual y la continua maduración de nuevos folículos.





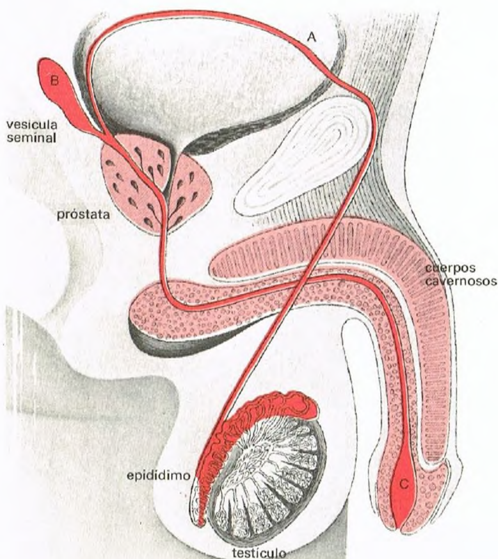
Fecundación interna en la mujer
El esperma pasa directamente del cuerpo del hombre al de la mujer. En las trompas de Falopio se halla el óvulo. Cada gametogonia origina cuatro gametos. En el hombre se forman siempre cuatro espermatozoides, mientras que en la mujer sólo se forma un óvulo, atrofiándose los tres restantes (corpúsculos polares), ya que el óvulo debe ser bastante grande para contener el material necesario para la formación del embrión. La mitad de los espermatozoides llevan un cromosoma X; la otra mitad, un cromosoma Y. El huevo posee siempre un cromosoma X (X + + X = hembra; X + Y = varón).

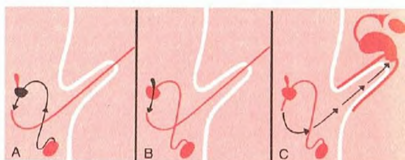
La fecundación en el hombre

En la fecundación se da una fusión de los genes del espermatozoide con los del óvulo, formándose un nuevo individuo que reúne las características hereditarias de los padres. Estos genes se encuentran, en cada núcleo celular, en forma de unos hilos largos, los cromosomas. El ser humano posee 46 cromosomas que constituyen 23 pares: un cromosoma de cada par proviene del padre y el otro, de la madre. A su vez, cada uno de los padres contribuye con la mitad de los cromosomas a la dotación hereditaria de su hijo. Por esto es necesario que las células madres de los gametos pasen por dos divisiones de maduración, dando lugar a unos gametos que tan sólo llevan la mitad del número de cromosomas paternos. Cuando el espermatozoide y el óvulo se unen, se consigue nuevamente el número completo de cromosomas.

En la fecundación queda determinado el *sexo*. El par de cromosomas número 23 puede contener dos cromosomas X (hembra) o bien un X y un Y (varón). En las divisiones de maduración el óvulo obtiene siempre un cromosoma X, pero los espermatozoides pueden recibir un cromosoma X o uno Y. Si el óvulo queda fecundado por un espermatozoide X, se engendra una hembra (XX); si por el contrario, el espermatozoide es Y, se engendra un varón (XY).

Quizá pueda parecer una desproporción enorme la existencia de cientos de mi-

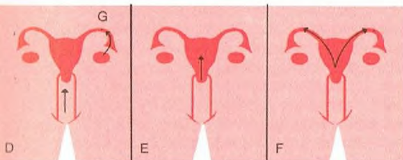




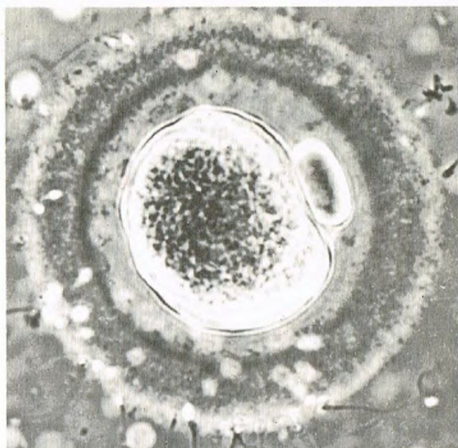
El recorrido de un espermatozoide...
Cada eyaculación (unos 5 cc de esperma) contiene hasta 500 millones de espermatozoides, agentes estimulantes del útero y «combustible» para el recorrido hasta el huevo. El líquido seminal y los estimulantes del útero provienen de la próstata; los espermatozoides, de los epidídimos; el combustible, de las vesículas seminales. Los cuerpos cavernosos del pene se llenan de sangre; éste se pone erecto y puede así penetrar en la vagina. La próstata se vacía, y los espermatozoides pasan a los conductos deferentes (A). Después se vacían las vesículas seminales (B). Luego tiene lugar la eyaculación: el esperma es expulsado (C), mediante intensas contracciones musculares.

llones de espermatozoides por eyaculación, para fecundar un solo óvulo cada cuatro semanas. Pero el óvulo es únicamente uno entre los varios millares que existen en los ovarios y que, en su mayoría, no se desarrollarán jamás; en cuanto al espermatozoide fecundador queda seleccionado primeramente entre los pocos que han logrado llegar hasta las proximidades del óvulo. Este se encuentra en ambiente natural y propio, mientras que los espermatozoides han de salvar muchísimos obstáculos, recorriendo el espacio que media entre la vagina y las trompas de Falopio, por lo que, al comienzo de este recorrido, han de alcanzar un elevadísimo número.

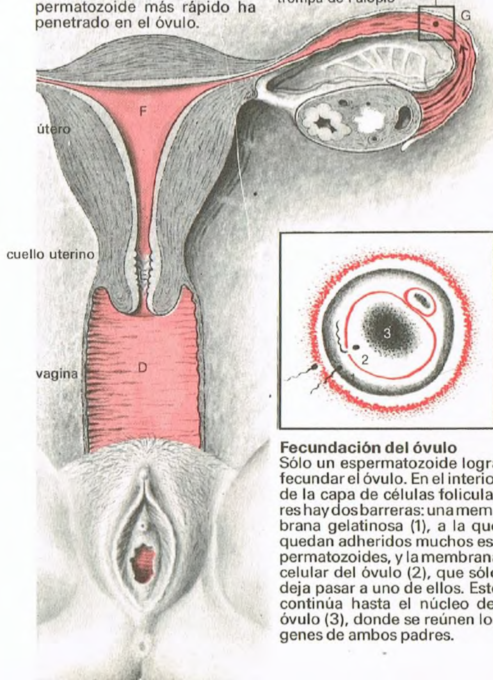
El aparato genital femenino ha de resolver, tras la cópula, dos problemas diferentes. *Primero:* los espermatozoides van acompañados de numerosas bacterias, procedentes del pene, que deben ser destruidas. La secreción ácida de la vagina destruye las bacterias y numerosos espermatozoides. Pero muchos de estos últimos pueden sobrevivir pasando directamente desde el líquido seminal al útero. *Segundo:* aun cuando puedan llegar hasta el óvulo varios espermatozoides, tan sólo podrá penetrar en el mismo uno de ellos. El vencedor dispone siempre de cierto tiempo, antes de que otro espermatozoide atraviese la pared ovular. Cuando el primer espermatozoide ha logrado penetrar a través de dicha membrana, ésta cierra inmediatamente el acceso a todos los demás espermatozoides.



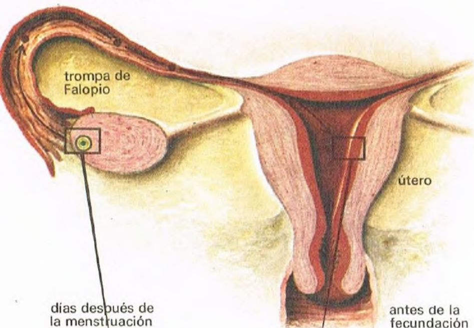
...hacia el óvulo
En el conducto genital femenino, el óvulo se desplaza hacia los espermatozoides (G). Estos progresan ayudados por la succión que ejerce el útero. La secreción de la vagina (D) es ácida y destruye los espermatozoides que no hayan llegado a tiempo al cuello uterino (E). En éste existe un tapón mucoso que se reblandece y deja pasar a los espermatozoides sólo en el momento en que el óvulo es expulsado del ovario. Del útero parten dos trompas, pasando el óvulo por una de ellas (F). Numerosos espermatozoides siguen la otra trompa. En la trompa uterina correcta el óvulo está protegido por un laberinto de repliegues. Son, pues, muchos los obstáculos que se oponen al paso de los espermatozoides.



Los espermatozoides rodean el óvulo
En la figura, un óvulo rodeado de células foliculares y de espermatozoides. Las cabezas de los espermatozoides miden 5 micras, mientras que el diámetro del óvulo es de 140 micras. Junto al huevo se encuentra el primer corpúsculo polar. El segundo corpúsculo es expulsado cuando el espermatozoide más rápido ha penetrado en el óvulo.

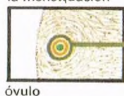


Fecundación del óvulo
Sólo un espermatozoide logra fecundar el óvulo. En el interior de la capa de células foliculares hay dos barreras: una membrana gelatinosa (1), a la que quedan adheridos muchos espermatozoides, y la membrana celular del óvulo (2), que sólo deja pasar a uno de ellos. Este continúa hasta el núcleo del óvulo (3), donde se reúnen los genes de ambos padres.



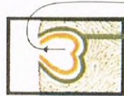
días después de
la menstruación

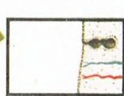
antes de la
fecundación



óvulo


membrana uterina









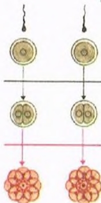


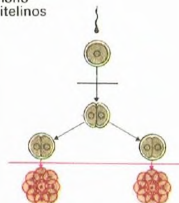




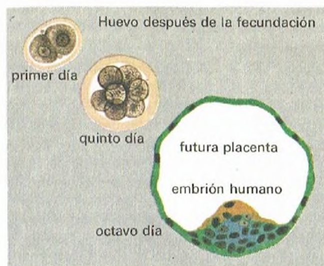


embrión





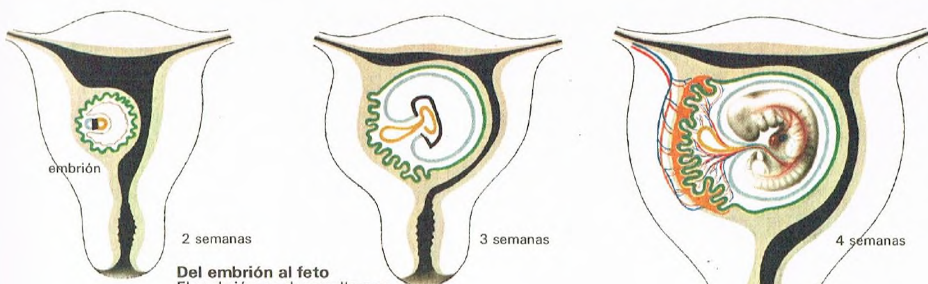
Gemelos
Generalmente los mellizos proceden cada uno de un óvulo fecundado (gemelos bivitelinos). Estos mellizos son simplemente hermanos nacidos en un solo parto. Los monovitelinos, o gemelos propiamente dichos, tienen la misma constitución genética: un huevo fecundado se divide en dos partes antes de que se haya iniciado el desarrollo del embrión, dando lugar cada parte del huevo a un individuo independiente.



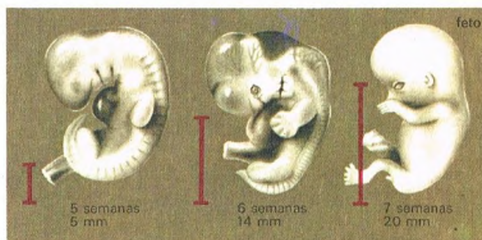
Del huevo al embrión
El período de gestación se calcula a partir de la menstruación anterior al momento en que el óvulo fue fecundado. El embrión comienza a crecer, adquiriendo la forma de una pequeña ampolla pluricelular en cuya pared puede distinguirse un abultamiento (arriba). Unos 21 días después de la última menstruación, el óvulo fecundado comienza a introducirse en la membrana uterina. Una semana más tarde debería comenzar la menstruación siguiente. Pero el cuerpo amarillo, al haber sido estimulado por el embrión, no se atrofia. La membrana uterina permanece intacta y la menstruación no se presenta.

Desde el óvulo hasta el feto

Un óvulo fecundado necesita por término medio, para su completo desarrollo, 265 días. Durante este tiempo constituye un individuo independiente, pues, a pesar de que para su desarrollo depende ciertamente de la madre, posee una herencia y un metabolismo propios. El límite entre los tejidos del hijo y los de la madre está perfectamente fijado. El hijo es simplemente un huésped que vive dentro del útero femenino.
El óvulo fecundado no sólo da lugar a la formación del feto, sino también al sistema a través del cual la criatura se alimenta de la sangre materna e incluso expulsa ciertos productos de desecho, es decir, la placenta y otras membranas extraembrionarias. La diferenciación entre estas partes tiene lugar ya al comienzo de la gestación. Puede observarse claramente la aparición de un saco de paredes delgadas, que será después la *placenta,* con el que queda envuelta la masa celular interior, el futuro embrión.
Una semana después de la fecundación se prepara en la pared uterina la nidación del óvulo fecundado (ver figura a la izquierda). El resultado de esta preparación es la instalación del embrión en el interior de dicha pared.
El período que media hasta la octava semana inclusive se llama *estadio em-*



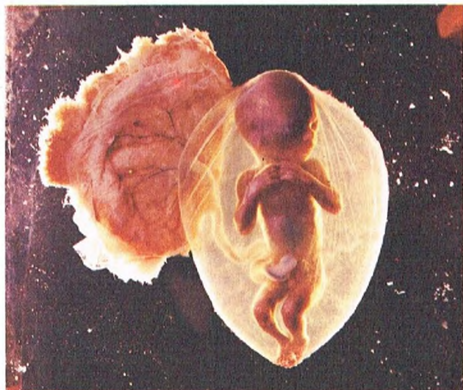
Del embrión al feto
El embrión se desarrolla posteriormente hasta formar el feto, mientras que la pared de la ampolla (verde) se convierte en la placenta y en la membrana que rodea al feto (amnios). Este, al que hasta la octava semana se le suele llamar embrión, es en un principio un disco muy delgado (negro) envuelto en una bolsa amniótica (azul) y comunicado con el alantoides (amarillo). Este disco se transforma en un cuerpo con cabeza en uno de sus extremos y cola en el otro. El alantoides dará el cordón umbilical y parte de la placenta. El amnios encierra el líquido amniótico, en el que el feto flota conectado a la madre por el cordón umbilical. A través de éste recibe el alimento el feto.

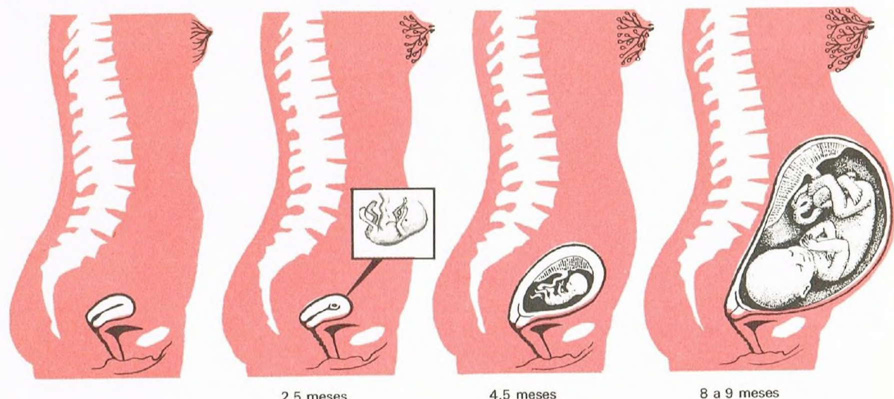


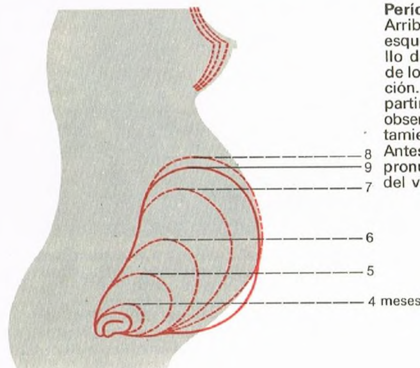
brionario (ver figuras de la parte superior). El embrión humano se transforma en un cuerpo con cabeza, brazos y piernas. Se van desarrollando los diferentes órganos internos. Comienza a trabajar el corazón y a circular la sangre, el transporte de la nutrición se hace más eficaz. Los músculos comienzan a contraerse. La placenta estimula al cuerpo amarillo del ovario, de manera que no se den nuevas ovulaciones, pero pronto asume ella misma dicho papel, sustituyendo al cuerpo amarillo. El huésped se cuida él mismo de que todo permanezca en su lugar hasta el momento del parto.

El *estadio fetal,* o sea, el tiempo que va desde la octava semana hasta el momento del parto, es el período de desarrollo y acabado del nuevo individuo, el cual está ya básicamente constituido. La capa exterior de la placenta, que separa la circulación sanguínea del niño de la materna, no sólo transporta productos nutritivos y produce hormonas, sino que impide también el paso de sustancias nocivas. Pero alrededor del 265 día este equilibrio registra una variación; la musculatura del útero no queda inhibida ya por las hormonas de la placenta, comenzando a sentirse los dolores previos al parto. El niño recluido en el útero será expulsado al exterior.

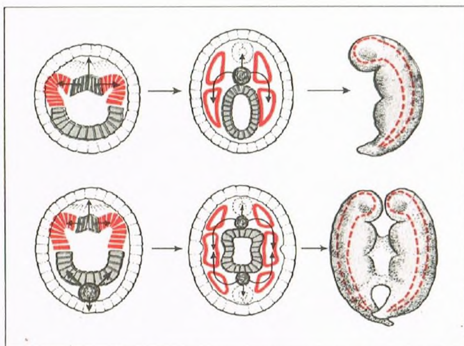
Cinco semanas después de la fecundación, el embrión tiene una longitud de 5 a 7 mm, creciendo en el siguiente mes hasta unos 3 centímetros.
A la quinta semana sus brazos y piernas comienzan a crecer. El cuerpo es corto en relación con la cabeza, y el cuello se encuentra casi en su parte media. Al cabo de seis semanas el cuerpo se ha hecho mayor. El desarrollo se realiza desde el extremo de la cabeza hacia abajo: los ojos y orejas se forman antes que las manos, y éstas, a su vez, antes que los pies. Al cabo de 7 a 8 semanas, puede ya observarse la localización de todos los miembros; el embrión es ahora feto. Cuando se comienzan a notar sus movimientos, el niño ha sido gestado durante 16 semanas y su longitud es de unos 16 cm. La fotografía de la parte inferior muestra un feto de unos 4 meses.







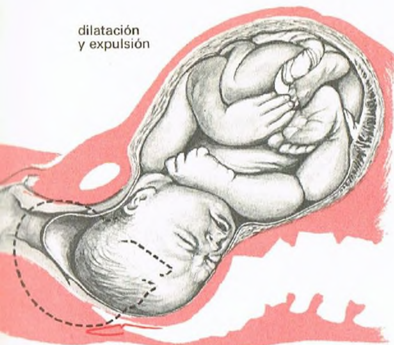
Período de gestación
Arriba y a la izqda. se muestra esquemáticamente el desarrollo del útero y el crecimiento de los senos, durante la gestación. Normalmente tan sólo a partir del cuarto mes se puede observar exteriormente el abultamiento del útero.
Antes del cuarto mes se va pronunciando el abultamiento del vientre. La matriz va desplazando hacia arriba los intestinos. En el octavo mes el abultamiento del vientre llega prácticamente hasta el esternón. Posteriormente la cabeza del niño va girando hasta colocarse en la pelvis, con lo que desciende el abultamiento. Este proceso va acompañado por un crecimiento de senos y pezones.



Inducción embrionaria
En el embrión, la aparición de los distintos órganos se debe a la acción de ciertas partes del embrión, llamadas organizadores. Así, la parte dorsal del intestino induce la aparición del sistema nervioso (punteado). Si en el vientre de un embrión se injerta parte de este centro organizador, aparece un segundo sistema nervioso, y finalmente, un nuevo embrión.

Gestación y parto

La gestación (gravidez) dura unos 280 días (40 semanas) contados a partir del primer día de la última menstruación. Pero no siempre sucede así: el niño puede nacer un par de semanas antes o después, sin que su constitución sea anormal. Las dos primeras semanas constituyen el período llamado de ovulación. Hasta aproximadamente el catorceavo día no queda liberado el óvulo. Fecundado éste, comienza el desarrollo del embrión. Como la menstruación siguiente no se presenta, la futura madre empieza a sospechar su estado. Poco después aparecen los síntomas característicos de la gravidez, la embarazada tiene sensación de pesadez en el aparato genital y senos; frecuentemente su estómago trabaja irregularmente, ocasionando una sensación de malestar, principalmente por las mañanas; puede variar su sentido del gusto, e incluso el del olfato, reaccionando ante ciertos olores. Se siente inclinada a comer ciertas sustancias: ello se debe a una falta de hierro en la sangre, que desaparece cuando se medica con un preparado adecuado que contenga hierro. También puede variar el humor de la embarazada: algunas futuras madres están anormalmente alegres durante el



Parto
El niño suele presentarse con la cabeza hacia abajo. El parto se divide en tres momentos:
1. Dilatación: las contracciones uterinas presionan el amnios, que, precediendo a la cabeza, abre el cuello uterino. Cuando el amnios se rompe, sale al exterior el líquido amniótico, se «rompen aguas».
2. Expulsión: la cabeza presiona contra ciertos centros nerviosos de la pelvis, y la madre tiene que hacer esfuerzos para ayudar a la salida de la criatura. Con 5 a 10 contracciones de este tipo sale al exterior la cabeza, luego, el cuerpo.

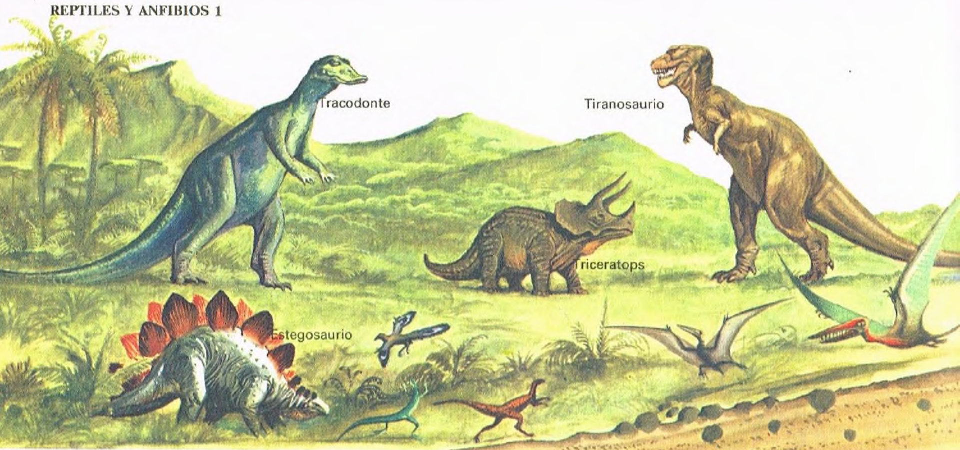
Nacimiento de un niño

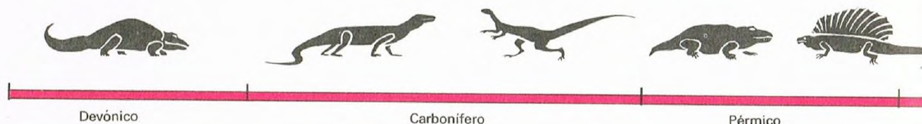


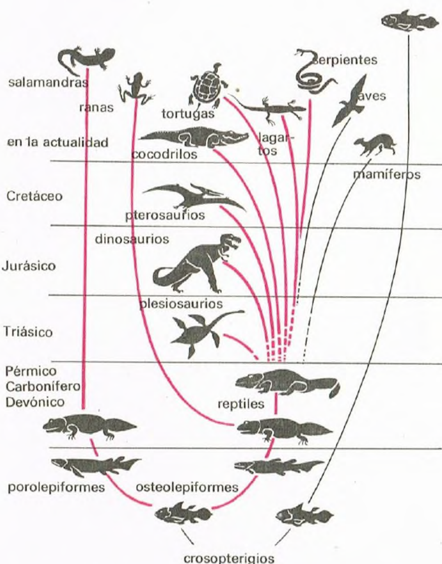
embarazo, mientras que otras se sienten predispuestas a la melancolía.
Estos síntomas son señales de que se están produciendo modificaciones en el organismo femenino. Todo el equilibrio hormonal y metabólico del cuerpo de la mujer embarazada deberá satisfacer las necesidades del desarrollo del niño. Las glándulas mamarias deberán desarrollarse para poder segregar leche. Las sínfisis de la pelvis se hacen más laxas para permitir la expulsión del nuevo ser por la vagina. La musculatura del útero se «insensibiliza», de manera que pueda dilatarse sin gran dolor. Esta musculatura también se desarrolla y prepara para el momento del parto.
Un médico experto puede determinar un embarazo un mes después de la fecundación; incluso esta diagnosis puede hacerse aún antes midiendo la cantidad de hormona placentaria existente en la orina. Sin embargo, generalmente la primera visita al médico suele realizarse a la mitad del tercer mes de embarazo; la segunda, cuando se comienzan a sentir los primeros movimientos del feto, a la mitad del quinto mes; y la última visita se realiza unas cuatro semanas antes del día en el que se ha calculado que tendría lugar el parto, a fin de controlar la posición correcta del niño.

3. Postparto: después de los primeros movimientos respiratorios y del primer llanto, cesan las pulsaciones en el cordón umbilical, el cual puede ya cortarse. El útero se contrae nuevamente y se extraen la placenta y membranas. La placenta, al salir, provoca hemorragias que se interrumpen al contraerse el útero, el cual recibe además una hormona antihemorrágica segregada por la hipófisis, tan pronto como el recién nacido succiona leche de la madre.









Arbol genealógico
Los reptiles y anfibios descienden, al igual que los demás vertebrados, de distintos tipos de crosopterigios, peces que vivían tanto en el agua como en la tierra. A partir de estos peces se desarrollaron los actuales anfibios sin cola, y las salamandras o anfibios con cola.

REPTILES Y ANFIBIOS

La era de los reptiles

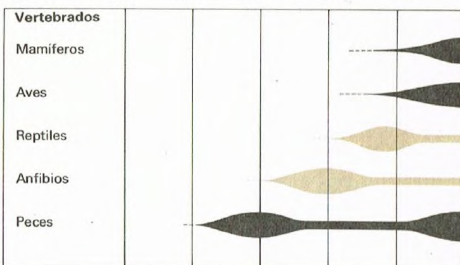
Hace 250 millones de años, durante el período Pérmico, se inició la evolución de una fantástica fauna de reptiles. A partir de los llamados anfibios primitivos se originaron, de manera independiente, los anfibios y los reptiles (de quienes descenderían, más tarde, las aves y mamíferos). Los reptiles fueron los primeros vertebrados que abandonaron la vida acuática para asentarse en la superficie terrestre. Los anfibios actuales todavía precisan volver al agua durante la época de reproducción, ya que sus huevos no resisten la sequedad. Los reptiles, sin embargo, están protegidos por una epidermis córnea que les permite vivir siempre en tierra. El exuberante desarrollo de la fauna de saurios continuó durante el Triásico y Jurásico, y alcanzó su culminación en el Cretáceo. La variedad de especies era enorme: desde pequeños reptiles hasta gigantescos monstruos. Los dinosaurios aparecieron durante el Triásico. Los de mayor tamaño, el diplodocus y el brontosaurio, eran herbívoros; sus patas apenas si podían soportar el enorme peso del cuerpo y, por ello, vivían principalmente en aguas poco profundas. El tiranosaurio era un reptil carnívoro que tenía una longitud de 15 metros y una altura de 6. El tracodonte poseía un enorme pico de pato

La era de los saurios
En el Devónico, hace unos 300 millones de años, los primeros anfibios empezaron a emerger hacia tierra firme. Con el tiempo originaron una fauna de reptiles que alcanzó su máximo desarrollo en el Cretáceo. En tierra dominaban los dinosaurios. Entre ellos había especies herbívoras y carnívoras. Al mismo tiempo, las aguas estaban pobladas por plesiosaurios e ictiosaurios. En el aire existieron los gigantescos reptiles voladores. Sin embargo, el vuelo en los animales consiguió una solución más ingeniosa durante el período Jurásico, al surgir las aves a partir de pequeños reptiles.



Triásico Jurásico Cretáceo

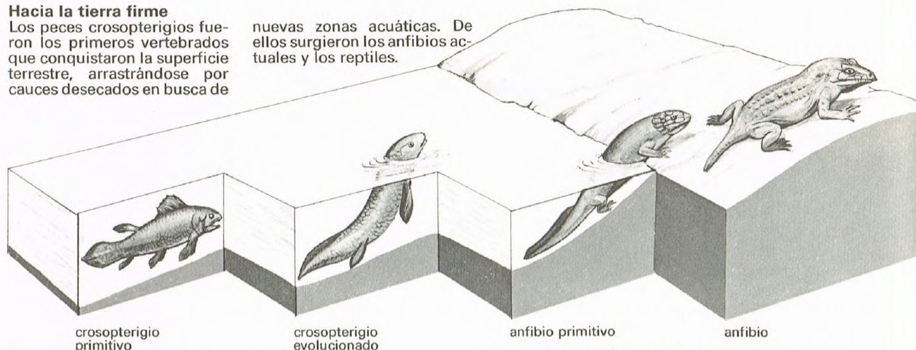
y, al igual que el tiranosaurio, andaba erguido sobre dos patas. En el agua habitaban los plesiosaurios, de largo cuello, y los ictiosaurios, parecidos a un pez como su nombre indica. En el aire también existían reptiles, los voladores, algunos de los cuales medían 6 m de envergadura. Se ignora todavía por qué estos grandes reptiles se extinguieron bruscamente. Se ha aludido a su engorrosa constitución corpórea, al creciente numero de enemigos, a la rivalidad de los mamíferos, a los cambios climatológicos, etc., pero ninguna de estas razones es suficiente. La era de los reptiles se prolongó durante más de cien millones de años.
De los animales que surgieron a partir de los reptiles sólo perviven tres grupos florecientes: los reptiles *escamosos,* las *aves* y los *mamíferos;* los cocodrilos y los quelonios (tortugas) están en regresión. Por otra parte, sólo existe una sola especie de otro grupo de reptiles, los rincocéfalos: se trata de la tuátera de Nueva Zelanda.



Epocas de florecimiento de los distintos grupos de animales



Los saurios prehistóricos hoy día
La pacífica iguana marina de las islas Galápagos nos hace pensar en un reptil del Mesozoico, pero su tamaño es mucho menor: 1,5 metros de longitud.

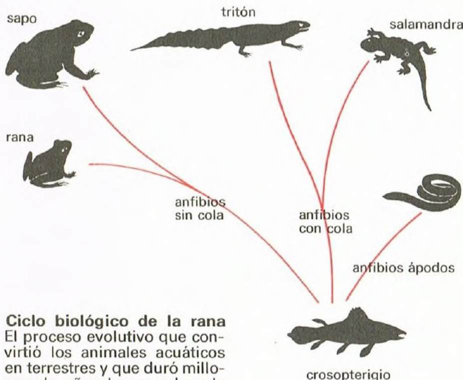


Hacia la tierra firme
Los peces crosopterigios fueron los primeros vertebrados que conquistaron la superficie terrestre, arrastrándose por cauces desecados en busca de nuevas zonas acuáticas. De ellos surgieron los anfibios actuales y los reptiles.

Anfibios con cola y sin ella

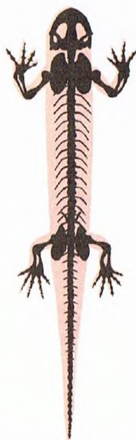
Los anfibios alternan su existencia entre el agua y la tierra, de ahí su nombre (anfibio = ambas vidas). Provienen de los peces crosopterigios existentes en eras geológicas pasadas. Algunos autores consideran que los anfibios con cola (salamandras y tritones) y los anfibios sin cola (ranas y sapos) no son grupos emparentados, sino que se han originado, a partir de formas muy distintas, de peces crosopterigios.

Durante su ciclo vital, la rana repite, en cierta manera, el paso de pez a anfibio, de animal acuático a terrestre. En primavera, el macho, con su monótono croar, atrae al agua a la hembra. Ahí pone ésta los huevos; el macho deposita el esperma encima de ellos. Los huevos poseen una envoltura gelatinosa que los protege de la desecación. Del huevo na-



Ciclo biológico de la rana
El proceso evolutivo que convirtió los animales acuáticos en terrestres y que duró millones de años lo reproduce la rana actual en 19 semanas. La fecundación se efectúa en el agua: del huevo surgen renacuajos dotados con branquias para la respiración. Las ranas abandonan el agua una vez han crecido sus patas y pulmones.

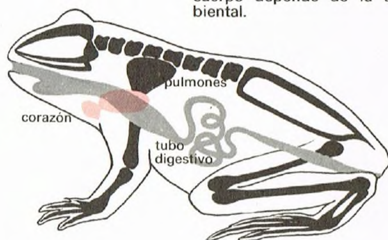
cen larvas (renacuajos), provistos de cola y branquias. Las colas se reducen con el tiempo y aparecen las patas traseras. Cuando se han desarrollado los pulmones y las patas delanteras, las ranas pueden dejar el agua. El cuidado de la prole se efectúa de diversas maneras. Una de las más curiosas es la de la pipa de Surinam, que lleva sus larvas en unos alveolos llenos de líquido que tiene en el dorso. Los anfibios agrupan tanto a los desprovistos de cola como a los que la poseen, y a los de aspecto vermiforme. Las especies más conocidas de anfibios sin cola son la rana roja, la rana común y el sapo común. La rana tiene un cuerpo algo alargado y puede respirar a través de su delgada y húmeda piel. El sapo tiene la piel seca y verrugosa, y es de constitución menos esbelta. Las ranas y sapos adultos viven la mayor parte del tiempo en la tierra, aunque normalmente invernan en el fondo de lagos y pantanos. Se alimentan de insectos, que apresan ayudándose de su lengua pegajosa, la cual, adherida a la parte delantera de la cavidad bucal, pueden proyectar rápidamente hacia afuera. Los tritones y las salamandras forman parte del grupo de los *urodelos* o *anfibios con cola*. El tritón, un conocido animal de acuario, tiene la cola comprimida lateralmente. Las salamandras son de color amarillo y negro, y viven en tierra firme. Los anfibios están extendidos por toda la tierra, siendo especialmente abundantes en Sudamérica. En Africa se encuentra la rana de mayor tamaño: alcanza 30 cm, sin contar las patas, y pesa casi 7 kg.


anfibio con cola


anfibio sin cola

La constitución de los anfibios
El esqueleto de los anfibios sin cola les permite efectuar saltos gracias a sus poderosas patas traseras y huesos pelvianos. Los anfibios con cola están adaptados a la natación. Recuerdan ligeramente a las lagartijas y lagartos.

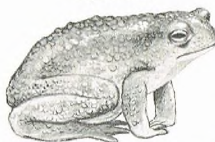
Todos los anfibios carecen de caja torácica y poseen un corazón con tres cavidades. Son de temperatura variable, es decir, la temperatura de su cuerpo depende de la ambiental.



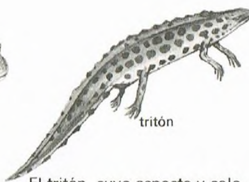
rana común



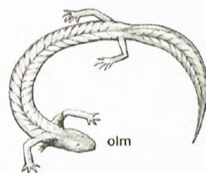
sapo común



El sapo es más corpulento y torpe que la rana. Sus patas posteriores son más cortas, y tiene la piel verrugosa. Las ancas de la rana común se consideran un manjar exquisito.


tritón

El tritón, cuyo aspecto y colores difieren según la especie, es un anfibio, con cola, que vive en el sur y centro de Europa, preferentemente en aguas de montaña media y alta.


olm

El olm *(Proteus anguinus)* es uno de los urodelos que permanecen en el estadio larvario, con branquias externas, toda su vida. Vive en grutas, en el sudeste de Europa.

La rana globosa
La llamada rana globosa, debido a sus cavidades subcutáneas normalmente llenas de líquido, tiene un aspecto de pelota. La sonoridad del croar de las ranas aumenta gracias a unos sacos subcutáneos que se llenan de aire y hacen de caja de resonancia.

rana globosa



ranas croando

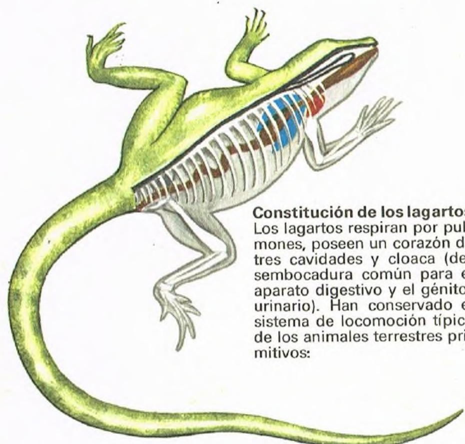




Lagartos y serpientes

Los reptiles han dejado de ser el grupo dominante entre los vertebrados. En nuestra época, sólo los *lagartos* (saurios) y las *serpientes* (ofidios) son grupos variados y florecientes. Se asemejan entre sí, pues, en realidad, las serpientes descienden de los lagartos. Los demás reptiles – los cocodrilos y las tortugas (quelonios) – forman grupos menores y en regresión.

Los reptiles deben su nombre al sistema de locomoción que emplean, propio de los primeros vertebrados terrestres. Sin embargo, en algunas especies, las extremidades se han especializado o desaparecido del todo. La mayoría de los lagartos y lagartijas poseen extremidades, aunque algunos son de conformación



Constitución de los lagartos
Los lagartos respiran por pulmones, poseen un corazón de tres cavidades y cloaca (desembocadura común para el aparato digestivo y el génitourinario). Han conservado el sistema de locomoción típico de los animales terrestres primitivos:

salamandra



lagarto











A pesar de que las salamandras son anfibios y los lagartos reptiles, exteriormente tienen un cierto parecido. No obstante, las salamandras tienen la cabeza más ancha y 4 dedos en las patas delanteras, mientras que los lagartos tienen 5.

Las salamandras tienen la piel delgada y mucosa; la del lagarto es dura y está constituida por escamas córneas. Los huevos de las salamandras suelen estar envueltos por una cubierta gelatinosa; el lagarto pone huevos provistos de cáscara.



camaleón



El camaleón es un saurio dotado de singular aptitud para adaptar su coloración a la del medio que le rodea, pasando de gris a pardo, verde o amarillo. Caza insectos proyectando hacia ellos su lengua protráctil.

dragón de Komodo



El mayor lagarto del mundo, el dragón de Komodo que vive en una pequeña isla de Indonesia, mide más de 3,5 m de largo. Es un carnívoro voraz, ignorado por la ciencia hasta 1912. Su piel se emplea para fabricar zapatos y bolsos.



dragón volador

El dragón volador y el clamidosauro tienen aspecto de dragones legendarios en miniatura. El dragón volador puede planear de 15 a 20 metros. El clamidosaurio despliega la piel de su cuello y nuca al ser irritado o amedrentado.

clamidosaurio

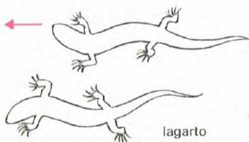


parecida a la serpiente, con patas pequeñas o atrofiadas. Las serpientes – en realidad lagartos sin patas – se desplazan con gran rapidez mediante distintos movimientos ondulatorios.
Los reptiles fueron los primeros vertebrados capaces de fecundación interna. El huevo está ya fecundado y protegido por una cáscara, dura o blanda, cuando deja el seno materno. En los lagartos, el huevo tiene la cáscara blanda. En algunas especies, p. ej. la lagartija vivípara y la víbora, los huevos se abren dentro de la madre, antes de nacer las crías.
Los lagartos o saurios comprenden especies adaptadas a los ambientes y formas de vida más dispares. Se extienden por casi toda la tierra, aunque se desarrollen mejor en climas tropicales o subtropicales. Al igual que todos los reptiles, son de temperatura variable, de «sangre fría», y por consiguiente dependen de la temperatura ambiente. No soportan el frío o el calor excesivos. Varios de ellos han vuelto a la vida acuática o viven en zonas limítrofes entre tierra y agua, en donde el alimento es más fácil de conseguir.
Existen más de 3 000 especies de saurios. La mayoría viven de insectos y otros pequeños animales que apresan con su ágil lengua o con las mandíbulas. El camaleón puede proyectar la lengua a una longitud igual a la de su cuerpo. Entre los cazadores de insectos se encuentran los ágiles gecos, de colores muy vivos. Algunos saurios pueden correr muy rápidamente con las patas traseras, al igual que sus gigantescos antepasados. Los saurios mayores son los varanos, animales carnívoros. Otros lagartos de gran tamaño son las iguanas, que son herbívoras.
Las serpientes se describen en un apartado especial: véase Serpientes.





Esqueleto
Casi todos los saurios tienen extremidades; su cabeza y cola son partes del cuerpo claramente delimitadas. Las serpientes, por el contrario, carecen de extremidades y su esqueleto es una única y larga columna vertebral, con gran número de costillas, en ocasiones más de 400 pares.

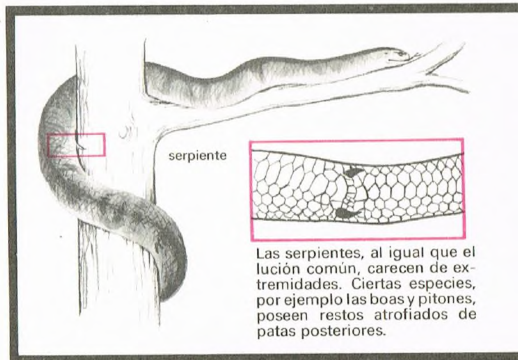




Movimientos
El cuerpo de los saurios se mueve según una trayectoria en forma de S; las patas se desplazan horizontalmente. Los distintos tipos de movimientos que efectúan las serpientes son de tipo ondulatorio.
Normalmente, el cuerpo de la serpiente avanza en eses, impulsándose por la presión sobre las irregularidades del terreno. En el grabado de la parte superior se ve cómo la serpiente se sirve de las pequeñas piedras para apoyarse.



En algunos saurios las patas son pequeñas o están atrofiadas; existe una gran distancia entre ambos pares, p. ej. en el eslizón. El lución (o serpiente de vidrio) carece totalmente de extremidades y «pierde» con facilidad la cola, que pronto le crece de nuevo.



Las serpientes, al igual que el lución común, carecen de extremidades. Ciertas especies, por ejemplo las boas y pitones, poseen restos atrofiados de patas posteriores.



Extensión

Las tortugas y los cocodrilos, como reptiles que son, tienen «sangre fría» (su temperatura depende de la del medio que les rodea); habitan en las zonas cálidas tropicales y subtropicales. Pero ciertas especies de tortugas viven en áreas templadas. El medio ambiente de estos animales son los litorales marinos, terrenos pantanosos y la tierra firme.

Tortugas y cocodrilos

Los quelonios (tortugas) y los cocodrilos son reptiles que, en parte, han vuelto a la vida acuática. Sin embargo, las hembras se dirigen siempre a tierra firme para poner los huevos. Los fuertes caparazones de las *tortugas* les permiten sobrevivir durante mucho tiempo, aunque, por otra parte, les crean problemas, p. ej., dificultan la respiración. La tortuga no puede respirar por ensanchamiento de la caja torácica, sino que ha de modificar el volumen de los pulmones moviendo los órganos interiores. Las *tortugas marinas* son las de mayor tamaño: llegan a alcanzar un peso superior a los 500 kilogramos. Algunas especies emigran a lejanas zonas de desove, en las que se reúnen en gran número y, con frecuencia, son apresadas en virtud de su apreciada carne. Ha sido necesario tomar medidas de protección contra la caza desconsiderada de la tortuga verde. La mayor *tortuga terrestre* vive en las islas

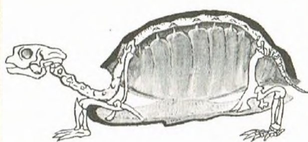




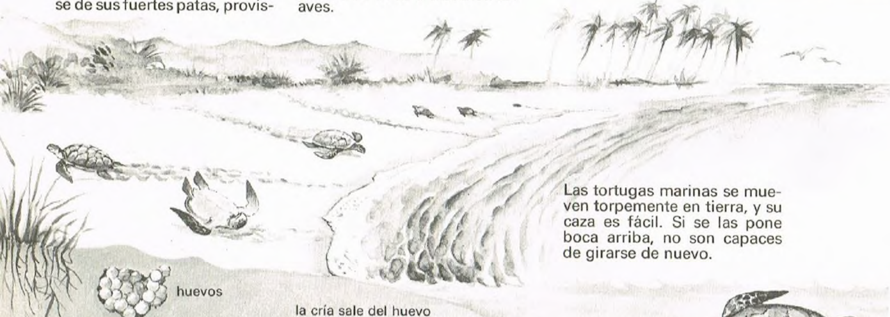


Tortugas terrestres y marinas

Las tortugas son animales de constitución maciza; están cubiertas por una coraza formada por un caparazón dorsal y un peto ventral. Viven tanto en tierra firme como en el agua. Las tortugas terrestres se desplazan lentamente, valiéndose de sus fuertes patas, provistas de dedos semejantes a garras. Las tortugas marinas están adaptadas para la vida en el agua. Sus caparazones son más delgados y livianos y sus patas parecen remos. Al nadar, efectúan movimientos parecidos a los aleteos de las aves.

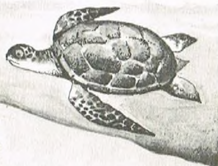


Las placas dorsales y ventrales del caparazón están soldadas y constituyen un«bunker»en el que la tortuga puede esconder la cabeza y las patas.



Las tortugas marinas se mueven torpemente en tierra, y su caza es fácil. Si se las pone boca arriba, no son capaces de girarse de nuevo.



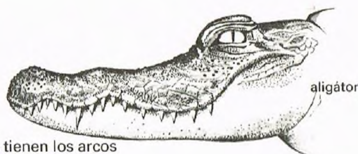


Las tortugas marinas

Al revés de las ranas, que regresan al agua para desovar, las tortugas marinas se dirigen a la costa para poner los huevos en un hoyo bajo la arena. El sol se encarga de incubarlos. Las crías, al salir, se dirigen al agua. No obstante, la mayoría de ellas sucumben a las persecuciones de sus voraces enemigos.

Galápagos y pesa de 200 a 300 kg. Las tortugas pueden vivir muchos años, probablemente más de 200.

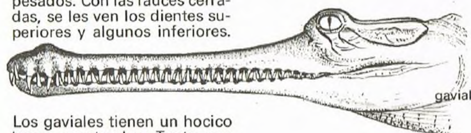
Los cocodrilos se desplazan torpemente por tierra, en cambio están bien adaptados a la vida acuática, pues es en el agua donde capturan e ingieren sus presas. En muchos aspectos están más evolucionados que los demás reptiles. Poseen un corazón de 4 cavidades y tienen el primer indicio de diafragma entre los animales vertebrados. El cocodrilo del Nilo, el aligátor y el gavial indio son los más conocidos de este grupo. El caimán del Orinoco es el de mayor tamaño (7 m de longitud), y el aligátor americano es capaz de emitir rugidos muy fuertes. Un gran número de reptiles, especialmente los cocodrilos y tortugas, se encuentran en peligro de extinguirse. El principal responsable de ello es el hombre. La carne y la concha de las tortugas, así como la piel de los cocodrilos, son artículos muy codiciados.



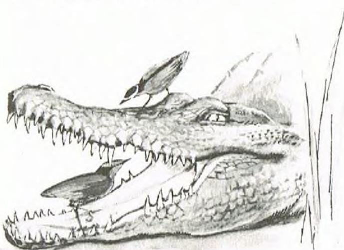
Los aligátores tienen los arcos de las cejas prominentes. Con las mandíbulas cerradas, sólo se les ven los dientes de la mandíbula superior.



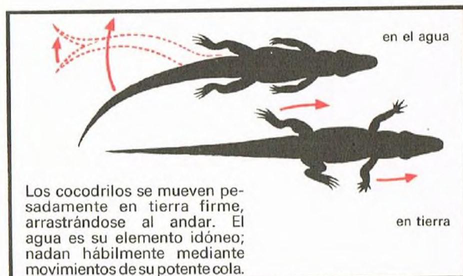
Los cocodrilos son anchos y pesados. Con las fauces cerradas, se les ven los dientes superiores y algunos inferiores.



Los gaviales tienen un hocico largo y estrecho. Tanto sus dientes superiores como los inferiores resultan visibles. Son reptiles pacíficos y se alimentan de peces.



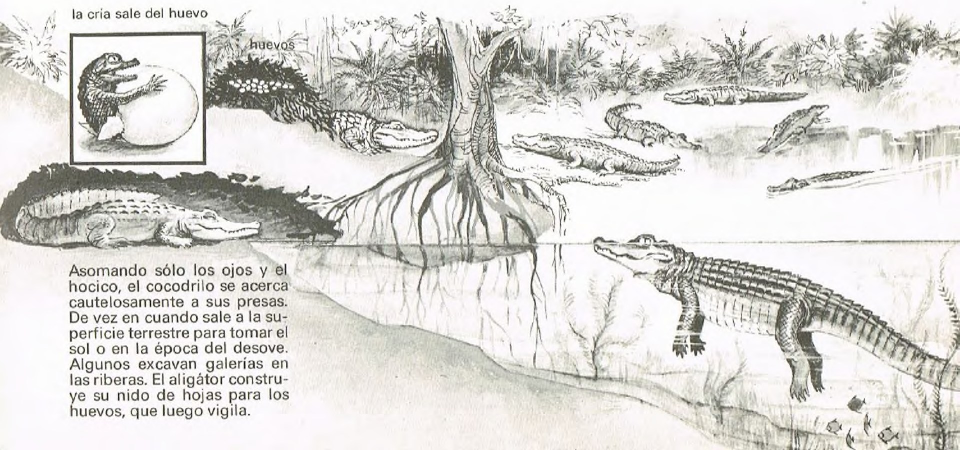
El corredor egipcio es un ave conocida por su colaboración práctica con el cocodrilo del Nilo. Le libera de sanguijuelas y otros parásitos y le avisa, en caso de peligro, con sus gritos.



Los cocodrilos se mueven pesadamente en tierra firme, arrastrándose al andar. El agua es su elemento idóneo; nadan hábilmente mediante movimientos de su potente cola.

la cría sale del huevo





Asomando sólo los ojos y el hocico, el cocodrilo se acerca cautelosamente a sus presas. De vez en cuando sale a la superficie terrestre para tomar el sol o en la época del desove. Algunos excavan galerías en las riberas. El aligátor construye su nido de hojas para los huevos, que luego vigila.

RIÑONES

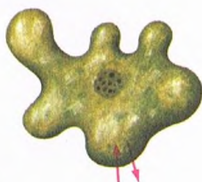
Las estaciones depuradoras del organismo

Los riñones son los órganos de depuración del cuerpo. En los seres vivos las sustancias solubles sólo pueden abandonar el cuerpo en un líquido excretado por el propio organismo. Lo que se purifica es el líquido sanguíneo, que, en realidad, no es sino líquido de los tejidos que durante una parte de su ciclo se encuentra en el sistema circulatorio. Por ello la sangre y el sistema circulatorio sirven de vehículo al líquido contenido en el interior de las células, para que pueda llegar a los riñones.

En los vertebrados el trabajo de los riñones se basa en un principio muy simple. El líquido sanguíneo se filtra en unos *pequeños glomérulos;* y las sustancias que, disueltas en él, están constituidas por moléculas lo bastante pequeñas como para atravesar las paredes de los vasos abandonan de este modo las vías sanguíneas. Sin embargo el líquido que sale así de la sangre, la orina primaria, no puede abandonar directamente el cuerpo. Contiene gran cantidad de agua, por lo que su eliminación directa ocasionaría una deshidratación.

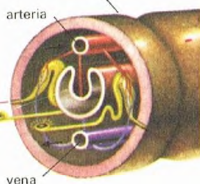
Por tanto, la orina primaria pasa por los *tubos uriníferos,* en los que gran parte del agua –un 99% en el hombre– es reabsorbida, junto con otras materias útiles. Las células renales pueden también excretar sustancias dañinas cuyas moléculas son demasiado grandes para salir del cuerpo mediante filtración. La recuperación de sustancias útiles y la excreción de las inútiles puede realizarse mediante un contacto íntimo entre la sangre y los tubos uriníferos. El mismo vaso sanguíneo que forma el glomérulo, donde tiene lugar la filtración, continúa su curso envolviendo al tubo urinífero, en pequeños capilares, hasta cerca de su terminación; por dichos capilares reabsorbe la sangre las sustancias útiles y elimina las inútiles que no han sido filtradas previamente.

Los riñones están situados al principio del ciclo circulatorio y reciben alrededor del 25% de la sangre circulante, lo que equivale a unos 1200 l cada 24 horas. Para que los riñones produzcan entre 1/2 y 3 litros de orina, precisan de un complejo mecanismo de regulación. En cada glomérulo ciertas células controlan la presión sanguínea, de manera que se filtra la cantidad justa de líquido. En los glomérulos la acidez de la sangre se regula mediante el paso de iones ácidos o básicos. En los tubos colectores se ajusta la concentración salina. Este complejo mecanismo es regulado, mediante hormonas, por la hipófisis.

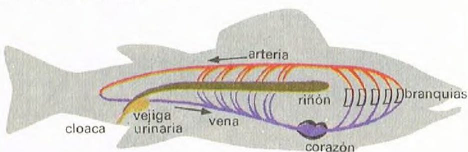


Paso directo por la pared celular
La amiba, que es unicelular, no precisa aparato excretor especial. Todas las sustancias dañinas o inútiles pueden pasar directamente por la pared celular.

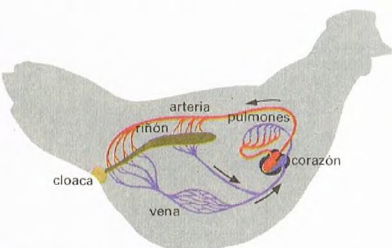




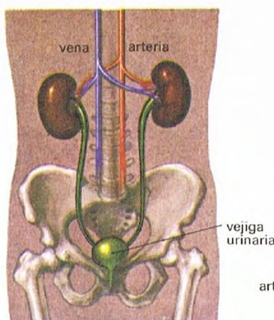
Un «riñón» en cada anillo
En principio, en las lombrices la circulación de la sangre es similar a la de los animales superiores; básicamente su sangre se purifica también de la misma manera que en éstos. Pero la lombriz está formada por anillos, casi todos ellos iguales, cada uno de los cuales posee un tubito excretor propio (en color verde).

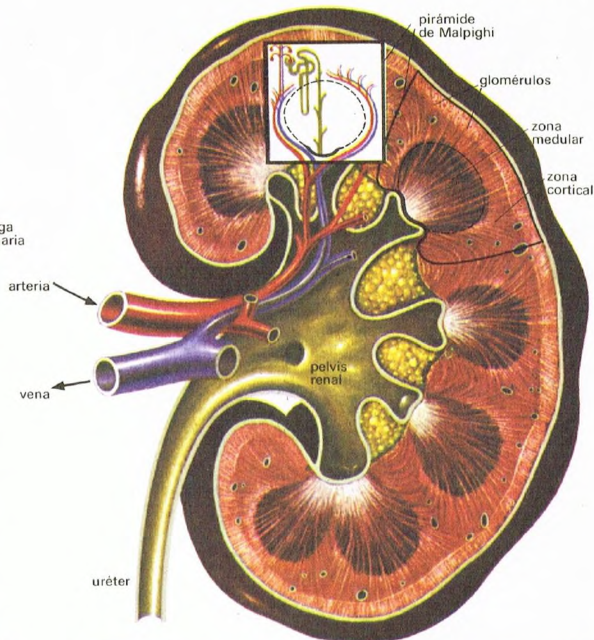


Los riñones de los peces
En los peces las unidades renales se encuentran a cada lado de las costillas, formando unos órganos alargados, que desembocan en sendos uréteres, a través de los cuales la orina es conducida a la vejiga urinaria. Esta última desemboca al exterior, junto con el intestino, en una abertura común, la cloaca, a donde, en algunas especies, van a parar también los conductos sexuales. Asimismo en las branquias puede tener lugar cierta excreción, al entrar la sangre en contacto con el agua exterior.

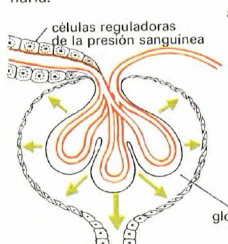


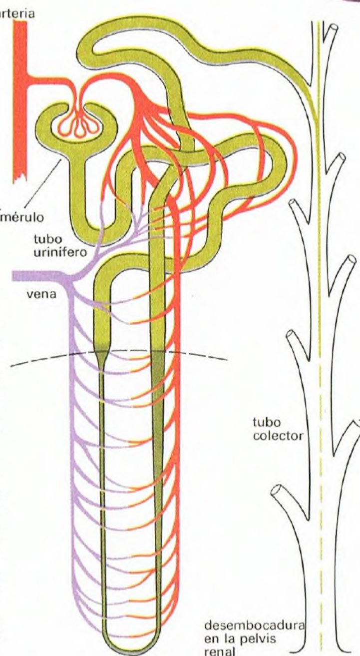
Los riñones de las aves
Los riñones de las aves están bien desarrollados, encontrándose comprimidos hacia arriba, a lo largo de las costillas y de la pelvis. A menudo constan de tres lóbulos y suelen estar unidos por su parte central. En general, carecen de pelvis renal. En su lugar, los tubos uriníferos desembocan directamente en uno de los dos uréteres, los cuales desembocan, a su vez, en la última sección del intestino, la cloaca. No tienen vejiga urinaria, y su orina es semisólida.

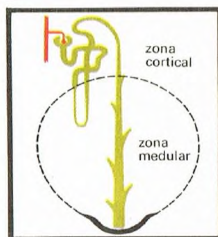




Los riñones del hombre
En el hombre los riñones se hallan en la cavidad abdominal y están parcialmente protegidos por las costillas inferiores. No se hallan fijados sólidamente, pero poseen una buena protección de tejido adiposo que proporciona una fijación blanda y flexible en la pared dorsal del abdomen. La sangre llega a los riñones directamente de la arteria aorta por la arteria renal. Sale de ellos por la vena renal, que desemboca en la vena cava inferior. Los uréteres conducen la orina hasta la vejiga urinaria.

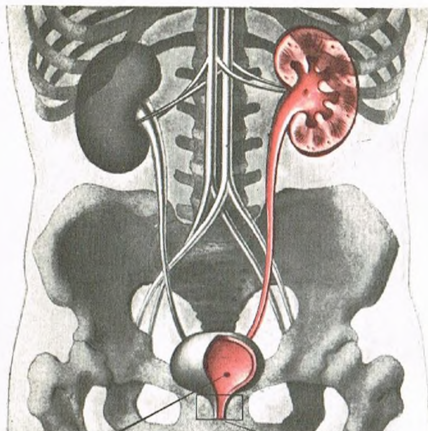


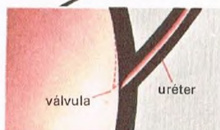


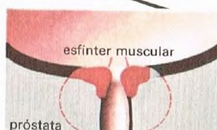


Filtración
La ilustración de la parte superior muestra un ejemplar del millón de glomérulos existentes en el riñón. El vaso aferente, portador de la sangre, es algo mayor que el de salida. Debido a las diferencias de presión, el agua y las moléculas de pequeño tamaño pasan a la cápsula envolvente. El líquido filtrado, la orina primaria, pasa al tubo urinífero.
Debajo de cada cápsula se ramifica el vaso que sale del glomérulo, formando una red que recubre el tubo urinífero (a la derecha). En los tubos uriníferos se reabsorben el agua y otros productos importantes – que vuelven a la sangre –, y tiene lugar la expulsión de otras sustancias.
Los tubos uriníferos desembocan en la pelvis renal, y la orina pasa a la vejiga urinaria.

La pirámide de Malpighi
El riñón, visto en sección, muestra una zona cortical rodeando a otra medular. Esta última parece dividida en pequeños fragmentos triangulares, las pirámides de Malpighi.
La zona medular está estriada por los tubos uriníferos, que desembocan en el vértice de la pirámide. La sangre penetra por la arteria renal, que se ramifica en pequeños conductos, en el límite entre las dos zonas del riñón. La ramificación continúa en la zona cortical. Los glomérulos, que realizan el filtrado, se hallan espaciados junto a estas ramificaciones.
La sangre purificada se recoge en venas cada vez mayores, mientras que el liquido filtrado es expelido por los tubos uriníferos hacia la pelvis renal.







Las vías urinarias
Cuando las vías urinarias funcionan normalmente, la orina fluye sin obstáculos desde la pelvis renal hasta la vejiga urinaria, la cual se vacía también sin alteraciones.
La vejiga urinaria y la uretra contienen de ordinario bacterias. Sin embargo, el uréter, la pelvis renal y el tejido del riñón deben mantenerse libres de microorganismos. Por tanto, la orina no debe retroceder cuando, al vaciarse la vejiga, aumenta la presión en la misma. Esto se evita con una válvula que forma la mucosa de la vejiga urinaria (cuadro izquierdo). En caso de infecciones crónicas, esta válvula puede inflamarse. Entonces no funciona de manera adecuada y puede penetrar, en dirección opuesta, orina con bacterias. El cuadro de la derecha muestra cómo al hincharse la próstata se estrecha el nacimiento de la uretra. La abertura es angosta, aunque se afloje el esfínter muscular del orificio.

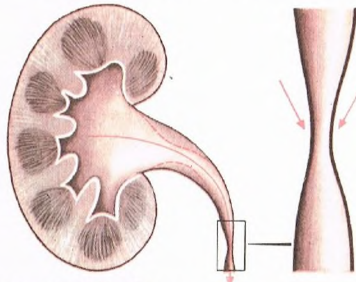
Enfermedades de las vías urinarias

Las infecciones son la más común amenaza al normal funcionamiento de las vías urinarias. Las bacterias causantes pueden llegar al aparato urinario procedentes de dos focos: bien de una infección general en el organismo, bien por la orina, a través de la uretra y la vejiga. En el primer caso la infección llega a afectar también a los riñones. En el segundo, deja de funcionar el complejo mecanismo de válvulas que normalmente dirige la orina hacia la vejiga, con lo que aquélla se almacena en el uréter y la pelvis renal.

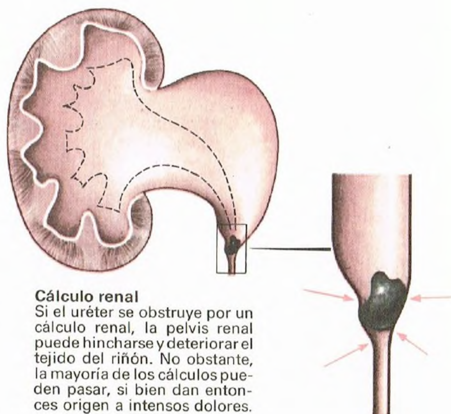
Entre las bacterias que pueden perjudicar al riñón figuran los *estreptococos,* algunas de cuyas especies pueden ocasionar daños en los aparatos de filtración de los riñones.

El *catarro de la vejiga urinaria* y la *inflamación de la pelvis renal,* que comúnmente son producidos por bacterias que han penetrado por la uretra, acarrean siempre la inflamación del tejido de los riñones. Por ello deben tratarse debidamente con *sulfamidas* o *antibióticos.* Si, por ejemplo, se obstruye el paso de la orina, por razón de un *cálculo renal,* aumenta también el riesgo de infección en la orina estancada.

Muchas infecciones de las vías urinarias tan sólo producen pequeños síntomas, pero pueden descubrirse a tiempo mediante los modernos métodos de análisis, gracias a los cuales pueden evitarse inflamaciones renales crónicas. También es de esperar que sea cada vez menor el número de pacientes con los riñones tan deteriorados que sólo un *trasplante de riñón* o el *riñón artificial* puedan salvar su vida.



Transporte de la orina
Los tubos uriníferos podrían compararse a unas ubres; y la pelvis renal, a una máquina de ordeñar. La musculatura de la pelvis renal y del uréter se contrae regularmente, conduciendo la orina hacia la vejiga.



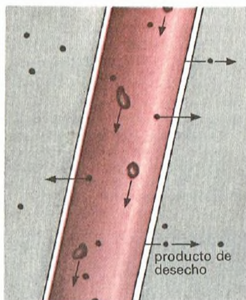
Cálculo renal
Si el uréter se obstruye por un cálculo renal, la pelvis renal puede hincharse y deteriorar el tejido del riñón. No obstante, la mayoría de los cálculos pueden pasar, si bien dan entonces origen a intensos dolores.

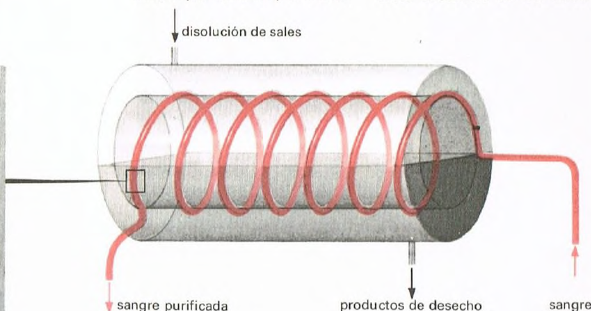


Análisis
En un análisis de orina se emplean tiras de papel impregnadas de una sustancia especial que muestra, p. ej., el contenido de glucosa o albúmina en la orina. Centrifugando la orina y examinando al microscopio el sedimento es posible descubrir, por ejemplo, células de pus y bacterias. Mediante placas de cultivo con caldos adecuados puede determinarse a qué tipo pertenecen las bacterias.

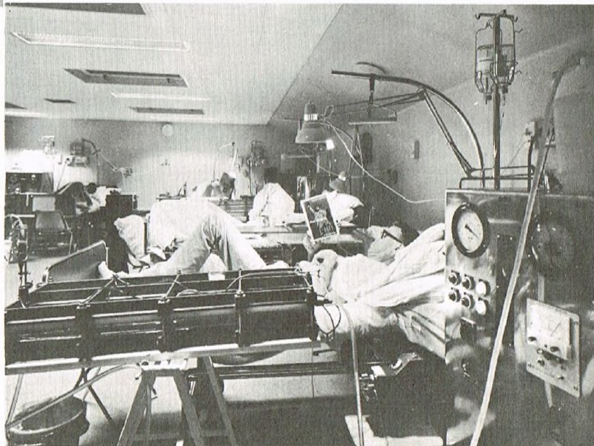


Riñón enfermo visto por rayos X
Para examinar con rayos X los riñones se inyecta previamente en la sangre una sustancia de contraste que se concentra en los riñones y es finalmente expelida. Sucesivamente aparecen en la pantalla los riñones, la pelvis renal y el uréter. La fotografía superior muestra el riñón de un costado en el que la pelvis renal y el uréter están hinchados debido al almacenamiento de orina. El otro riñón no se percibe, por estar tan lesionado que no excreta sustancia de contraste.

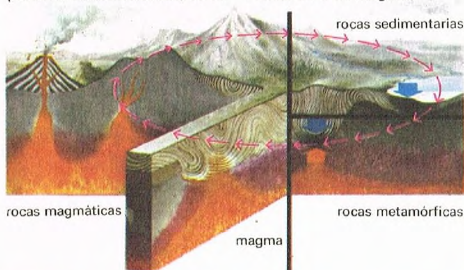




Riñón artificial
El riñón artificial se basa en el hecho de que las sales y otras moléculas de pequeño tamaño pueden pasar libremente por un serpentín de celofán, mientras que los glóbulos sanguíneos y las proteínas permanecen dentro. Por ello, la sangre del paciente es conducida desde una de las arterias hasta un serpentín de celofán, rodeado de una solución salina cuya concentración es igual a la de la sangre. Sin embargo, los productos de desecho, concentrados en la sangre, pasan a la disolución para que las concentraciones a ambos lados de la membrana se igualen. Pero como la disolución se renueva continuamente, la sangre va quedando libre de tóxicos y es devuelta al paciente. Puede ser necesario repetir el tratamiento de dos a tres veces por semana.



Cómo se forman las rocas
Las rocas se forman por una serie de transformaciones. Las rocas magmáticas se descomponen en sedimentarias; éstas pueden convertirse en metamórficas y, a veces, transformarse de nuevo directa o indirectamente en magma.





Rocas magmáticas
Las rocas de granito, pulidas y limpias, caracterizan el paisaje de las costas escandinavas. El granito es una roca magmática intrusiva. El magma se ha solidificado y cristalizado a una gran profundidad, por lo que el granito posee una marcada estructura granuda. Las rocas, que se forman a gran profundidad, emergen a la superficie por plegamiento o bien por erosión durante millares de años.

ROCAS, MINERALES Y TIERRAS

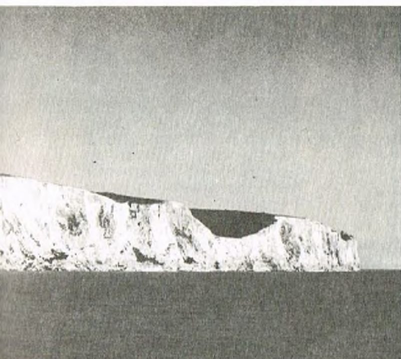
La roca

Las rocas pueden constituir altísimas montañas de abruptas aristas, o colinas bajas y erosionadas. La roca es la parte sólida de la corteza terrestre y la formación natural que más influye en la configuración de un paisaje. Toda la superficie de la Tierra tiene su origen en las rocas, pues las tierras sueltas son roca descompuesta. Las rocas se dividen en tres tipos fundamentales, según su modo de formación.

Las rocas *eruptivas* provienen del magma fundido en el interior de la corteza terrestre. Cuando el magma emerge a la superficie de la Tierra, se solidifica y forma rocas como el granito, pórfido y basalto. Los granitos cristalizan a una gran profundidad; los pórfidos, en grietas junto a la superficie de la Tierra, mientras que los basaltos se han solidificado en el suelo, después de erupciones volcánicas. Por tanto, cuando en una zona aparece basalto es señal de que en ella ha habido actividad volcánica. Todavía más típica del suelo volcánico es la piedra pómez, llena de cavidades o burbujas de gas formadas al solidificarse la lava.

La Calzada de los Gigantes, en Irlanda del Norte, es una extraña formación de basalto, una roca efusiva. La lava solidificada ha cristalizado en pilares hexagonales.





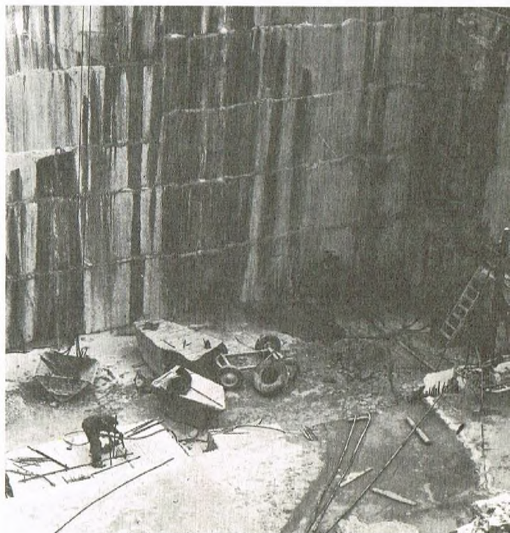
Rocas sedimentarias
Los blancos acantilados de Dover, en el canal de la Mancha, se han formado por residuos de conchas de microorganismos que se han sedimentado (depositado) en aguas poco profundas.

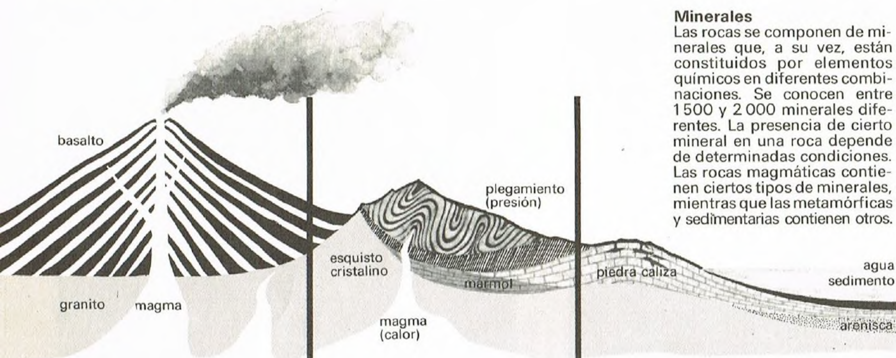


Los monumentales macizos de piedra arenisca en Utah, Estados Unidos, también son de origen sedimentario. La roca ha formado por erosión arena, trasladada por el viento y el agua, al lugar de sedimentación. Gracias al ácido silícico, la cal y la arcilla, los granos de arena se aglomeran formando una roca que se descompone (erosión) de nuevo fácilmente. Las hendiduras de la pared rocosa son obra de la erosión.

Las rocas *sedimentarias* son muy abundantes. Son el producto de la acumulación de sedimentos en amplios estratos, que durante miles de años se han ido aglomerando y endureciendo, dando lugar, según el material estratificado, a piedra arenisca, margas, arcillas, piedra caliza o creta. Estas rocas son fáciles de labrar, por lo que tienen numerosos campos de aplicación. La arenisca se utiliza como material de construcción y también para elaborar objetos sencillos, por ejemplo muelas de afilar y de molino. Las pizarras se usan para tejados, y la piedra caliza y la creta también resultan muy útiles para la construcción.
Las rocas *metamórficas* derivan de rocas sedimentarias o eruptivas que, por presión y calor, han transformado su primitiva estructura y composición mineral. Un ejemplo de ello es el mármol, originariamente piedra caliza común que, durante la transformación, ha sido coloreado por diferentes minerales circundantes. La piedra ollar ha experimentado una serie de transformaciones antes de quedar tan blanda que puede tallarse con un cuchillo.
Las montañas parecen inconmovibles y sus raíces rocosas, indestructibles. Sin embargo, la roca firme se descompone y se transforma por la constante acción de los elementos. Esto tiene lugar lentamente. En cambio, el hombre puede romper las rocas rápidamente mediante explosivos, pero estas modificaciones resultan de orden microscópico comparadas con las que efectúa la naturaleza.

Rocas metamórficas
La piedra caliza sedimentaria puede experimentar, por presión y calor, una metamorfosis –transformación– convirtiéndose en mármol. En su estado puro, el mármol es blanco, pero los componentes extraños pueden darle diferentes colores. De las canteras de mármol se extraen bloques que se labran para obtener estatuas, fachadas de mármol y diversos objetos decorativos. Esta piedra se aprecia desde la Antigüedad por su belleza y resistencia.





Minerales
Las rocas se componen de minerales que, a su vez, están constituidos por elementos químicos en diferentes combinaciones. Se conocen entre 1500 y 2000 minerales diferentes. La presencia de cierto mineral en una roca depende de determinadas condiciones. Las rocas magmáticas contienen ciertos tipos de minerales, mientras que las metamórficas y sedimentarias contienen otros.

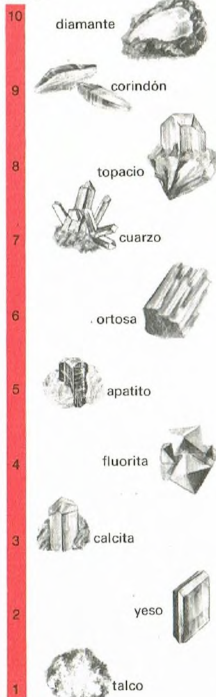
Rocas magmáticas
Se forman rocas magmáticas al solidificarse el magma candente. Las principales son el granito y el basalto. El granito contiene principalmente cuarzo, feldespato y mica, mientras que el basalto contiene feldespato y augita.

Rocas metamórficas
Se forman rocas metamórficas cuando el calor y la presión alteran la composición o la estructura de la roca. La caliza sedimentaria, p. ej., adquiere estructura cristalina, transformándose en mármol, y la arcilla puede convertirse en esquisto.

Rocas sedimentarias
Se forman rocas sedimentarias al depositarse y comprimirse rocas o minerales desintegrados. Así, p. ej., la arenisca se compone principalmente de cuarzo, caliza y feldespato. Los sedimentos se depositan por lo general en el agua.



La escala de dureza
La dureza de los minerales se evalúa mediante una escala de 10 grados con otros tantos minerales como modelos. El talco, de dureza 1, es el mineral más blando y puede rayarse fácilmente con la uña. La ortosa, de dureza 6, no puede rayarse con un cuchillo, pero es capaz de rayar el vidrio. La dureza de un mineral capaz de rayar el yeso, y no la calcita, se halla entre 2 y 3 y se designa con 2,5. En el extremo superior de la escala está el diamante, el mineral más duro que se conoce.

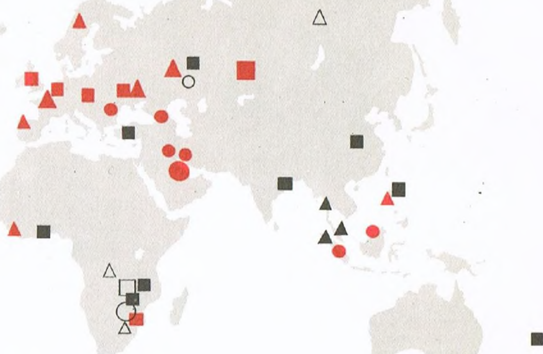


Los minerales, componentes de las rocas

Las rocas están constituidas por minerales que, en muchos casos, tienen gran importancia económica. Los minerales preciosos se encuentran, en la mayoría de los casos, en las altas montañas, pero también pueden hallarse en aluviones y sedimentos. Por regla general, se presentan en combinación con sustancias menos valiosas y han de extraerse del material por medio de una complicada elaboración.

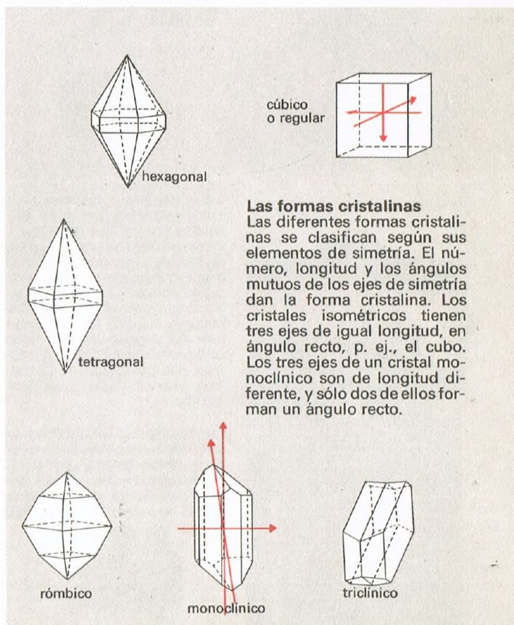
Todos los minerales están constituidos por átomos de diferentes elementos químicos. Se conocen unos 100 elementos en la naturaleza. De ellos, 9 abundan tanto que integran más del 99 % de las rocas que se han analizado. Algunos elementos, p. ej. el oro, el cobre, el azufre y el carbono (diamante y grafito) se presentan puros en estado nativo, es decir, como minerales.

Sin embargo, la mayoría de los minerales son combinaciones de dos o varios elementos. De éstos, el oxígeno (símbolo químico O) es el más corriente. Junto con otros elementos, forma combinaciones llamadas *óxidos,* algunas de las cuales se presentan como minerales. El *silicio* (Si) es el más corriente de los elementos después del oxígeno y por consiguiente el *dióxido de silicio* (SiO_2) es el óxido más abundante. Se conoce comúnmente por *cuarzo,* un mineral característico sobre todo del granito y de la arenisca. La fórmula SiO_2 es una manera sencilla de expresar que a cada átomo de



Minerales valiosos
Son muchos los minerales valiosos; industrialmente, el hierro y el carbón son los más importantes. Se extraen principalmente en el este de Norteamérica, en Europa occidental y en la Unión Soviética. En dichas zonas están situados los mayores centros industriales. Sin embargo la materia prima más importante del comercio mundial es hoy el petróleo.

silicio corresponden dos de oxígeno, composición específica del cuarzo.
El cuarzo aparece, a veces, en los filones minerales, en forma de prismas transparentes de seis lados, con pirámides hexagonales en ambos extremos. Los griegos dieron a estas hermosas formas el nombre de *cristal* (krystallos = hielo claro), y el cuarzo transparente se denomina todavía hoy cristal de roca.
Prácticamente todos los minerales pueden presentarse bajo tales formas simétricas, limitadas exteriormente por superficies planas. Con ayuda de rayos X se ha demostrado que la forma simétrica es la expresión externa de una estructura interna perfectamente organizada. Los átomos que integran el cristal están dispuestos en filas que constituyen un determinado dibujo. Este se repite una y otra vez como el dibujo de un papel pintado, con la excepción de que el dibujo del cristal es tridimensional. En cambio, en las sustancias no cristalinas (amorfas) los átomos están dispuestos al azar. Son ejemplos de éstas el vidrio, el ópalo y la limonita.
El *carbono* también es un elemento muy abundante en la naturaleza. Forma un enorme número de combinaciones, en la mayoría de los casos con el hidrógeno y el oxígeno. El carbón común es una sustancia impura no cristalina, pero el carbono puro puede presentarse en forma de cristales, como diamante o como grafito.



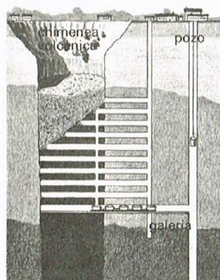
Las formas cristalinas
Las diferentes formas cristalinas se clasifican según sus elementos de simetría. El número, longitud y los ángulos mutuos de los ejes de simetría dan la forma cristalina. Los cristales isométricos tienen tres ejes de igual longitud, en ángulo recto, p. ej., el cubo. Los tres ejes de un cristal monoclínico son de longitud diferente, y sólo dos de ellos forman un ángulo recto.

Las cuatro piedras preciosas clásicas
Las piedras preciosas «clásicas», el diamante, el rubí, la esmeralda y el zafiro, se encuentran principalmente en zonas volcánicas, en torno al Ecuador. Los diamantes abundan en Africa (se han hallado nuevos yacimientos en Siberia), y los zafiros y rubíes, en Asia del Sur.





La mina de diamantes
Los diamantes han sido formados por transformación del carbono bajo presión y calor; se hallan presentes en la roca kimberlita, entre otras, en volcanes apagados. En la mina de Kimberley, en la Unión Sudafricana, el pozo en la chimenea del antiguo volcán, tiene una profundidad de 1 000 metros, con galerías cada 12 metros que conducen a la kimberlita.



Los diamantes industriales se emplean en cabezas perforadoras, entre otros usos. El diamante es más duro que los demás materiales, por lo que la sonda atraviesa las rocas más duras.


barrena perforadora

Piedras preciosas

Las piedras preciosas pertenecen a los minerales más atractivos e indestructibles. Por su rareza y belleza son altamente apreciados; se emplean para adornar joyas y, gracias a su dureza, desempeñan una función muy importante en la industria. Es difícil trazar el límite entre minerales preciosos y no preciosos. Así, p. ej., el corindón puede presentarse como rubí y zafiro, pero también como esmeril. Antiguamente, el *diamante*, el *rubí*, la *esmeralda* y el *zafiro* se consideraban las únicas piedras verdaderamente preciosas; las demás se denominaban piedras semipreciosas. Hoy este concepto empieza a considerarse anticuado.

Antiguamente, los nombres rubí, zafiro y esmeralda servían más para indicar un color que para designar a las piedras preciosas de esos nombres, ya que éstas son de difícil identificación a simple vista; sólo la ciencia moderna ha hecho posible su determinación exacta, incluso en casos dudosos.

La rareza y brillo inherentes a las piedras preciosas llevaron a creer que poseían un poder misterioso. El diamante era el símbolo real que confería poder y riqueza. El rubí hacía invencible e invulnerable a su poseedor. La esmeralda era el símbolo de la castidad: si su poseedor era infiel, la piedra perdía brillo o se agrietaba. El zafiro, sobre todo el oriental, era la piedra de la buena suerte en la antigua India.

Las piedras preciosas son más duras que los demás minerales, y antiguamente era

difícil labrarlas. En el siglo XV un flamenco descubrió el sistema de tallar los diamantes. El proceso comprende tres fases: partición (por aserrado y fractura), desbastado y talla de las facetas. La labor viene facilitada por la estructura cristalina del diamante, que lo hace más «blando» en algunos sentidos que en otros. El diamante no ha sido siempre la piedra preciosa más importante desde el punto de vista comercial. En un principio sólo se conocían yacimientos sumamente pequeños en la India. A fines del siglo XVIII se descubrieron las minas de diamante del Brasil, y a partir de 1860 empezó la intensa explotación de los yacimientos de Africa del Sur. Actualmente, Africa produce más del 90% de los diamantes del mundo, de los cuales un 80% se consume en la industria. Sin embargo, los diamantes de joyería representan un 65% del valor total de las ventas.

Algunas piedras preciosas también se obtienen por vía artificial, sobre todo el corindón y la espinela, que pueden producirse sintéticamente. El diamante sólo se obtiene en cristales sumamente pequeños y de calidad inferior. Las piedras sintéticas se usan rara vez en joyería, en cambio su importancia industrial es relativamente grande.

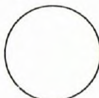


Algunas piedras populares
La mayoría de las piedras preciosas se encuentran en forma cristalina englobadas en el material madre. La turmalina y el topacio existen en varios colores. El topacio se confunde a menudo con el falso topacio, variedad de cuarzo; también son variedades de cuarzo la amatista y el ágata.


el diamante Cullinan


la Estrella de Sudáfrica

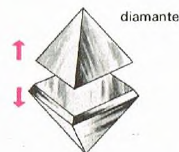
El diamante Cullinan – pesó 3 106 quilates (603 gramos) – es el mayor que se ha hallado. Fue partido en tres piezas, que, talladas se convirtieron en joyas de la Corona Británica. La mayor es la Estrella de Sudáfrica.



talla en cabujón

La talla en cabujón es muy corriente; se emplea principalmente para las piedras de color y las menos transparentes. Esta forma de talla es más económica que la de facetas y con frecuencia resulta también de gran belleza.


engaste de pestaña



Del diamante al brillante
Los diamantes se asierran mediante un delgado disco giratorio cuyo borde ha sido preparado con polvo de diamante. Luego se tallan a mano contra un disco metálico giratorio, también con ayuda de polvo de diamante.



La forma de talla más corriente del diamante es el brillante, cuyas 58 facetas proporcionan a la piedra un juego máximo, es decir, los reflejos más intensos de la luz.


engaste de garras


aserrado


talla


engaste



erosión



transporte

sedimentación



Erosión
La erosión hace que el material se desprenda de la roca, deshaciéndose en pequeñas partículas; éstas son transportadas hasta un lugar de depósito, debido a la gravitación, el viento, el hielo y el agua.

Desde bloques hasta arcilla
La gruesa capa de los hielos glaciares produjo grandes alteraciones en el suelo. La acción erosiva del hielo y del agua ha creado la mayor parte de las tierras sueltas que existen, desde los mayores bloques hasta los lodos de aluvión y la arcilla. Las formas actuales de suelo se han formado durante la época posglaciar, a causa del deshielo.

Bloques
Los bloques son los elementos sueltos de mayor tamaño en la superficie terrestre. Según la clasificación geológica, todas las partículas rocosas con un diámetro mayor de 20 cm pertenecen a este grupo. A veces, esos bloques transportados por el hielo – bloques erráticos – alcanzan un diámetro de decenas de metros.

De la roca firme a la tierra suelta

La roca de las montañas está expuesta a una descomposición constante que tiende a convertirla en tierra suelta. La roca se desintegra en fragmentos cada vez más finos, que son trasladados, por el viento y el agua, a otras zonas, en donde se depositan. Los sedimentos se consolidan y aglomeran a lo largo de millones de años, transformándose a veces de nuevo en roca firme.

En las zonas antes cubiertas por los *hielos glaciales*, la mayor parte de las tierras sueltas han sido formadas por el hielo. Así ocurre con las numerosas lomas, de diferentes tipos y composición; las regiones arenosas, procedentes de antiguos deltas glaciares; bancos de grava, que fueron zonas litorales en lagos ya desaparecidos; extensas capas de arcilla, y sobre todo morrenas de diferentes tipos. La presión y el movimiento de los hielos glaciales produjeron enormes cambios en el subsuelo; el paisaje que se formó durante la época de deshielo adoptó su configuración a causa de los elementos que se descomponían, transportaban y estratificaban. Los hielos pusieron al descubierto rocas desnudas, y formaron y erosionaron la superficie de éstas de modo que se puede deducir el sentido en que se movieron los glaciares. Las rocas arrancadas se depositaron en el frente del glaciar, formando morrenas, las cuales permanecían después de haberse retirado el hielo.

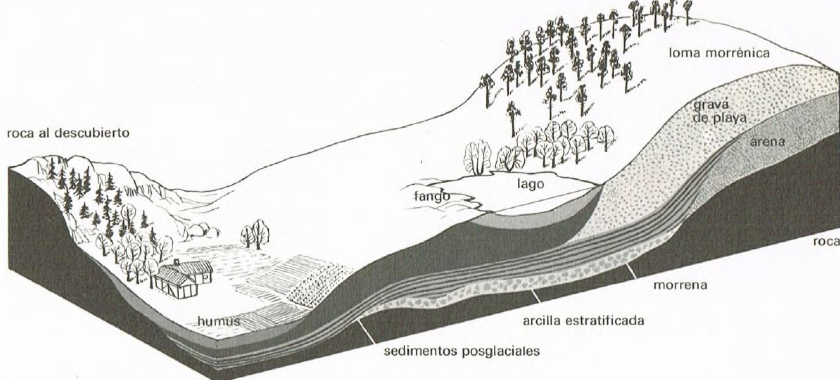
Durante esa época se formó el paisaje actual, que sigue sujeto a las leyes de la descomposición y de la alteración. La superficie de la roca se desmorona por la acción de las diferencias de temperatura y los agentes químicos. La fuerza de la lluvia y del agua del deshielo amon-

Cantos rodados
Son los materiales con un diámetro entre 20 y 2 cm. Abundan en las morrenas consolidadas. Las piedras de éstas fueron transportadas por el hielo y el agua cuando se formaron las lomas morrénicas.

loma morrénica

bloque

piedra



tona material suelto y llena las vías fluviales con lodo, que se desplaza y forma deltas y estratos sedimentarios de arena o arcilla. En las regiones secas, el viento sustituye al agua como fuerza de erosión y transporte.

En el ambiente formado por este ciclo vive el hombre. Las tierras sueltas son para él una condición vital, pues en ellas crecen los bosques y las plantas. La tierra que el hombre ara y cultiva es el resultado de una cooperación entre diferentes fuerzas naturales. El hombre puede contribuir en muchos casos a variar el paisaje, pero las fuerzas que dominan son las de la naturaleza.

Paisaje formado en la era glacial

Un paisaje formado en la era glacial presenta todos los tipos de elementos sueltos que muestra el grabado. Recibe el nombre de morrena el conjunto de rocas partidas por el hielo y sedimentadas al derretirse éste. En la morrena están representados todos los tamaños de grano, y la fracción que domina da el nombre al tipo de morrena, p. ej., morrena de bloques, o de cantos rodados. Por encima del nivel máximo alcanzado por el mar, las capas de tierra han experimentado una alteración relativamente pequeña, después de la era glacial. Por debajo de dicho límite, las olas han eliminado las morrenas o las han transformado en gravas de playa. Durante el deshielo se depositó arcilla, que luego fue recubierta por sedimentos posglaciales.

Por encima de las tierras minerales, aunque en ocasiones también mezcladas con ellas, se encuentran las tierras de origen orgánico, como es el caso de la turba y humus. Estas tierras pertenecen a las capas posglaciales.



Grava

Cuando el diámetro de las partículas oscila entre 20 y 2 milímetros, éstas forman la grava, que se subdivide en grava gruesa y grava fina o gravilla, y abunda en las morrenas y los ríos.



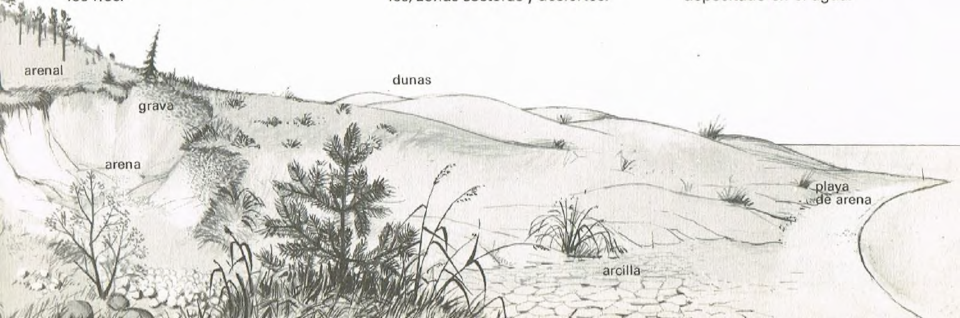
Arena

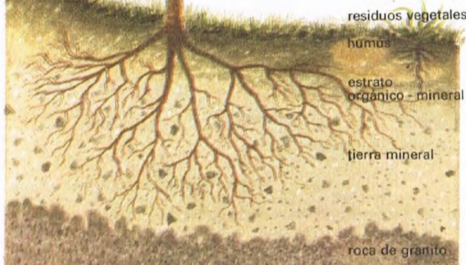
La arena tiene partículas con un diámetro entre 2 y 0,2 milímetros. Forma parte de las lomas morrénicas, aunque sobre todo se presenta en los deltas de antiguos ríos glaciales, zonas costeras y desiertos.



Arcilla

La arcilla es muy fina, con partículas de diámetro inferior a 0,002 mm. En la mayoría de casos, se ha formado por sedimentación de una suspensión coloidal de polvo que se ha depositado en el agua.





Los cuatro estratos del terreno
El estrato superficial de la tierra es el suelo, cuyo perfil suele presentar cuatro estratos: el superior con residuos vegetales; debajo de él, fragmentos vegetales en descomposición (humus); luego, sales minerales y sustancia orgánica, y más abajo, tierra mineral intacta.



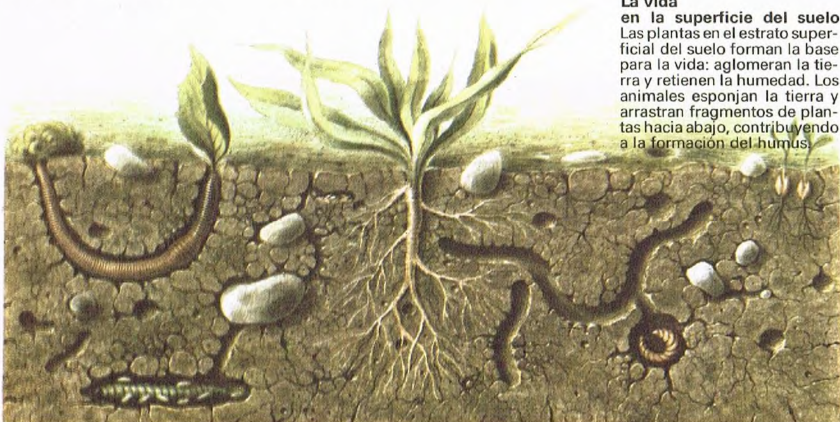
Suelo, tierra y roca madre
La palabra tierra designa, en general, el conjunto de partículas de pequeño tamaño que se hallan sobre la roca madre. El suelo es el estrato superior, mezclado con sustancias orgánicas y sujeto a la influencia de la vegetación y del clima. El tipo de suelo que se forma depende, en gran medida, de la roca madre. La roca calcárea se deshace en partículas de 0,02 a 0,0002 mm de diámetro (fango/arcilla). El granito, que es más duro, proporciona tierras arenosas, con partículas de unos 2 a 0,02 milímetros de diámetro.

El cultivo de la tierra

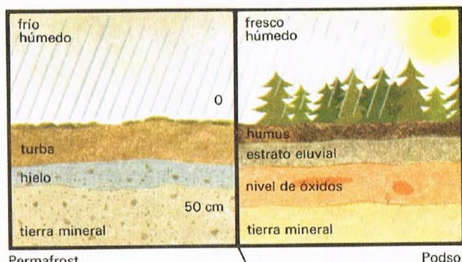
La palabra tierra, o suelo, designa los componentes sueltos de la corteza terrestre. Después de la desintegración de los minerales de la roca firme, los productos resultantès forman *tierras minerales.* Antes de enriquecerse por la vida orgánica, el suelo es estéril y yermo. Los productos orgánicos dan lugar a *tierras organógenas,* p. ej., cieno y turba.
En la naturaleza, las tierras minerales y las tierras organógenas están generalmente mezcladas, formando diferentes *clases de tierra.* El estrato superficial de la corteza terrestre, que por diferentes tipos de acciones se ha transformado hasta diferenciarse de los estratos subyacentes, se denomina *suelo.*
Diversos factores contribuyen a crear el suelo. El más importante es quizás el clima. Sin lluvia ni humedad no brota verdor alguno. La temperatura regula la capa vegetal y, por consiguiente, el tipo de suelo, en el que también influyen la forma superficial y las condiciones geológicas del terreno. En las zonas montañosas no se forman nunca estratos de tierra de importancia: las grandes regio-



La vida en la superficie del suelo
Las plantas en el estrato superficial del suelo forman la base para la vida: aglomeran la tierra y retienen la humedad. Los animales esponjan la tierra y arrastran fragmentos de plantas hacia abajo, contribuyendo a la formación del humus.

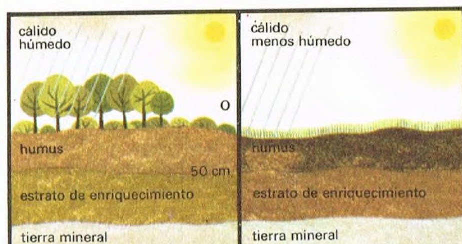


Suelo y clima
La elevada humedad del suelo y su baja temperatura, que contrarrestan la formación de humus, han creado los gruesos estratos de turba en las tierras subárticas. Los cambios de temperatura han convertido la roca madre en tierra mineral. La mayor parte de los bosques de coníferas del hemisferio septentrional crecen en los podsoles, bajo los cuales se halla a menudo un nivel de color rojizo, enriquecido por óxidos de hierro libres o precipitados.



Permafrost

Podsol



Suelo pardo

Chernozem

El suelo pardo es propio de los bosques de árboles de hoja caduca. La producción de humus es muy intensa, y abundan la flora y fauna. La fértil tierra parda carece de estrato eluvial y tiene un elevado contenido en sales minerales.
Las estepas cubren una quinta parte de los continentes. El humus se enriquece formando un estrato grueso de mantillo negro pardusco o, en las zonas cálidas, rojizo. A estas tierras pertenece el fértil chernozem de Rusia.

nes agrícolas se hallan en las zonas que poseen sedimentos finos, procedentes de antiguos valles fluviales y lagos. La cooperación entre el clima, el suelo y la vegetación es importante. Si desaparece el bosque, factor de conservación de la humedad, existe el peligro de que la vegetación muera.
En todas las zonas, a excepción de las polares y las desérticas, hay tierra cultivable. En las regiones en que existe una capa vegetal natural de cualquier tipo y el clima es favorable, se forma constantemente un manto de residuos vegetales que, debido a su putrefacción, producen lo que llamamos humus o mantillo y constituyen la tierra vegetal. El hombre ha convertido enormes áreas en tierras cultivadas, pero su cooperación con la naturaleza no ha sido siempre la más acertada. Durante el período, relativamente breve, en que el hombre ha cavado la tierra, ha causado importantes cambios en la capa de ésta.



Tierras desérticas

Suelos lateríticos

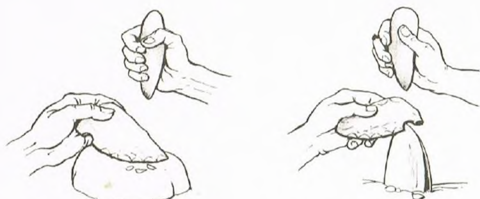
En las regiones en donde las precipitaciones no bastan para la eluviación o donde, por la evaporación del agua, las sales afloran a la superficie del suelo, el contenido en sales resulta tan elevado que, junto con la escasez de agua, hace estéril la tierra. Así se forma el desierto, que carece casi por completo de plantas.

En los trópicos, el desmoronamiento y la formación de humus se desarrollan rápidamente. La eluviación también es elevada, excepto para el hierro y el aluminio, que dan a la tierra su color rojo o amarillo. En estado húmedo, esta tierra llamada laterítica es fácil de cultivar, pero, al secarse, se vuelve dura y parecida al ladrillo.

El trabajo de la piedra

Mucho antes de empezar a cultivar la tierra, el hombre picaba piedras para obtener lascas con que fabricar utensilios domésticos y armas. Los utensilios de piedra fueron tan importantes para el hombre primitivo, que la primera época en que éste vivió recibió el nombre de Edad de Piedra. Con el tiempo, el hombre aprendió a labrar piedras más grandes, y a extraer bloques enteros de las rocas no muy duras, p. ej., piedra caliza y mármol. La piedra se labraba con una maestría cada vez mayor hasta llegar a convertirse en material para la construcción de templos e ídolos, castillos y palacios. La relativa indestructibilidad de la piedra ha facilitado la conservación de restos de civilizaciones desaparecidas. Estos testimonios son de muy diversa índole: desde las hachas de sílex de los hombres de las cavernas hasta las pirámides egipcias, estatuas griegas, templos mayas y las enigmáticas estatuas de la isla de Pascua. Por otra parte la literatura más antigua se ha conservado hasta nuestros días gracias a tablas de piedra y arcilla con caracteres grabados.

Hoy día utilizamos la roca y sus productos en una escala mucho mayor que antes. Sin embargo, la extracción de grandes bloques directamente de la roca es



El hombre prehistórico ya utilizaba la piedra para elaborar utensilios primitivos golpeando una piedra con otra. Durante la Edad de Piedra se perfeccionó mucho el arte de obtener armas y herramientas de piedra cortantes. Mediante el «martillo» y la «sufridera» se arrancaba una lasca tras otra del sílex, hasta conseguir la punta de una flecha.



En las primeras culturas desarrolladas se utilizó la piedra como material de construcción. Las enormes pirámides de Egipto fueron construidas con bloques de piedra caliza que se obtenían en canteras cercanas.







La piedra ha servido a los artistas, desde tiempos inmemoriales, para tallar esculturas. En casos excepcionales, incluso se han esculpido estatuas gigantescas directamente en la roca, como la gran esfinge egipcia y, en nuestra época, las efigies de presidentes norteamericanos (Washington, Jefferson, Th. Roosevelt y Lincoln), esculpidas en la roca de granito de Mount Rushmore, en Dakota del Sur.

La cantera

La cantera, destinada antaño al trabajo de los presos, se ha mecanizado. La extracción de la piedra constituye hoy una industria en la que la piedra se asierra, se taladra y se pule con máquinas.



costosa y laboriosa. Excepcionalmente, por ejemplo para monumentos, se sigue utilizando la piedra bruta, pero en ese caso se elige un material fácil de labrar como la piedra arenisca o el mármol. Resulta más fácil utilizar las piedras sueltas: grava, arena y arcilla. Las aglomeraciones de bloques, cantos rodados, gravas, morrenas y depósitos de arcilla proporcionan materiales de diverso uso. En las canteras de grava, el material se clasifica, por tamizado, en grava y arena. Con este material se fabrica, entre otras cosas, hormigón. Mediante las grandes mandíbulas de las machacadoras, las piedras gruesas se parten en materiales más finos.

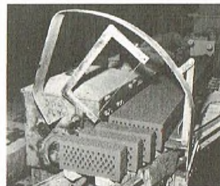
En la naturaleza se pueden hallar granos mucho más finos. La arcilla contiene las partículas más pequeñas, pues su tamaño es inferior a 0,002 mm. La arcilla constituye la última etapa de la descomposicion de la roca; da lugar al polvo. De los extensos depósitos de los fondos de antiguos lagos, se recoge la arcilla que se moldea y cuece en forma de vasijas, figuras y piedra de construcción (ladrillo). El arte de cocer vasijas de barro y ladrillos es antiquísimo, según demuestran los fragmentos de vasijas de la Edad de Piedra y las ruinas de los edificios de ladrillos construidos hace miles de años.



La mina de arcilla
La arcilla tiene un tamaño de grano mínimo. Los estratos arcillosos se rompen por medio de excavadoras y se transportan a las fábricas de ladrillos o industrias cerámicas, según los casos.



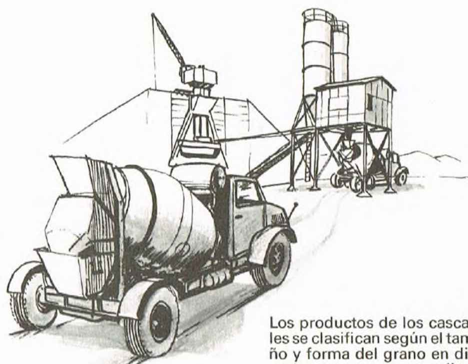
La arcilla cerámica es moldeable. Se utiliza, tanto en la artesanía como en la industria alfarera, para moldear multitud de objetos. Los artículos de alfarería se secan y cuecen en un horno; luego pueden colorearse y vitrificarse según se desee.



El ladrillo es, desde antiguo, un material de construcción muy utilizado. Actualmente, su fabricación está muy mecanizada. La arcilla se extrusiona y se recorta automáticamente; el ladrillo en bruto, se lleva después al secador y al horno.

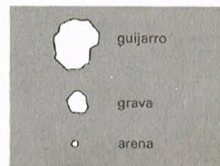
El cascajal
En el cascajal se recogen los materiales de roca que la naturaleza ya ha triturado. Las lomas de grava de las que se obtiene el hormigón quizá serán arrasadas por las excavadoras y desaparecerán del paisaje.

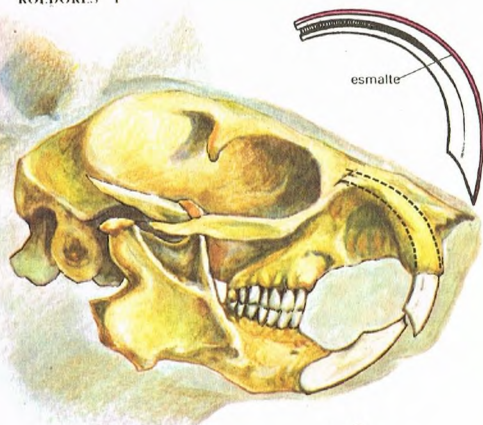




Los productos de los cascajales se clasifican según el tamaño y forma del grano en diferentes grupos, como guijarro, grava y arena. Los tamaños de grano (fracciones) se mezclan en diferentes proporciones según los diversos usos.

Una vez tamizados y clasificados los materiales extraídos, los tamaños inutilizables se introducen en la trituradora. El hombre concluye la erosión que ha iniciado la naturaleza. Los cantos rodados se convierten en guijarros de aristas vivas, o en grava y arena, que se emplean en la industria de la construcción.





ROEDORES

Los mamíferos más comunes

Los roedores aparecieron hace 50 millones de años, pero se cree que su máxima expansión la han alcanzado en la actualidad. Constituyen el mayor y más extendido grupo de mamíferos. Conocemos casi 3 000 especies distintas de roedores, número equivalente a 1/3 de todas las especies conocidas de mamíferos. Se les encuentra por toda la tierra y viven en casi todos los ambientes: en bosques, desiertos, zonas húmedas, montañas, bajo tierra y en las copas de los árboles. El hombre también ha contribuido a su propagación por los distintos continentes.

La clasificación de los roedores es aún discutida. A fin de ofrecer una visión general resumida, los reuniremos aquí en los grupos de histricomorfos, lagomorfos, esciuromorfos y miomorfos. La mayoría de los roedores son pequeños; ninguno de ellos alcanza un tamaño superior al de un carnero. El mayor es el carpincho, de Sudamérica, que puede tener 1 m de longitud y 1/2 m de altura. Con arreglo a sus diferentes condiciones de vida los roedores han ido sufriendo adaptaciones de distinto tipo. Los hay cavadores, trepadores, nadadores, saltadores o «voladores». A pesar de ello, los roedores deben considerarse un grupo muy uniforme en lo que se refiere a la constitución de su cuerpo. Rasgos característicos de los mismos son la conformación de su cráneo y su especial dentición. La abertura bucal se distingue por estar hendido el labio superior. Algunos roedores poseen los llamados abazones, una especie de sacos o bolsas en los carrillos, donde conservan los alimentos que no han de ingerir inmediatamente. Los roedores suelen ser herbívoros, pero algunos, como ciertos múridos (ratas), son omnívoros. Gozan de muy buen oído, pero su vista es escasa. Ciertas especies quedan sumidas en letargo durante la estación fría del año. Muchas, al cambiar de estación, mudan el colorido de su piel.

A pesar de su pequeño tamaño, entre los roedores figuran algunos de los peores enemigos del hombre. Ello es debido, por una parte, a su enorme capacidad de proliferación y, por otra, a su agilidad y rapidez en esconderse, que dificulta su exterminio.

No obstante, muchos roedores son útiles al hombre, por su piel valiosa o su sabrosa carne, o bien en calidad de sujetos de experimentación para la investigación científica. Asimismo los roedores coadyuvan al mantenimiento de la naturaleza, ya que de ellos se alimentan muchos mamíferos, aves y serpientes.

La dentición de los roedores
Los dientes incisivos de los roedores son arqueados y de gran tamaño, y crecen continuamente a lo largo de toda la vida. Deben usarse permanentemente para que se desgasten. Si esto no sucede pueden salir fuera de la boca, lo que acarrea al animal graves molestias (a la derecha).
Como los dientes sólo están provistos de esmalte en su cara externa, se desgastan más por dentro y conservan su forma de cincel.



Huellas de los dientes de roedores
Los roedores dejan en la naturaleza numerosas huellas: madrigueras de ratones, troncos de árboles abatidos por los castores y restos de piñas mondadas por las ardillas.


castor


rata


ardilla

conejillos de indias, puerco espín (histricomorfos)
liebres, conejos (lagomorfos)
castores, ardillas (esciuromorfos)
ratas - ratones, ratones de monte (miomorfos)

carnívoros
ungulados
roedores
primates
insectívoros
mamíferos primitivos

Arbol genealógico de los roedores
Los roedores constituyen uno de los cuatro grandes grupos en que están divididos los mamíferos placentarios. Son parientes próximos de los primates. Los carnívoros y los ungulados se diferenciaron en un estadio anterior. Los roedores pueden dividirse en histricomorfos, lagomorfos, esciuromorfos y miomorfos.

ardilla
liebre
ratón
conejo
rata común
ratón de campo
rata de agua
hámster

En la vecindad del hombre
Muchos roedores, como la liebre, la ardilla, el hámster y el ratón de campo, buscan su sustento en las zonas cultivadas por el hombre. Las ratas y ratones se introducen incluso en las casas y habitan en ellas. El conejo vive también como animal doméstico.


conejillo de indias


animal de compañía



animal de experimentación

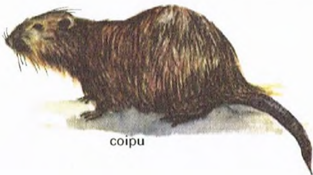
preparación de pieles




ardilla


rata almizclada


chinchilla


coipu

Al servicio del hombre
Además de los conejos, aprovechados por su carne y su piel, el hombre ha tomado a su servicio varios roedores. El simpático cobayo es un apreciado animal de compañía para los niños y se utiliza en la investigación biológica. También la rata blanca se emplea para este fin.
Son muy estimadas las pieles de ciertos roedores. El petigrís es la piel invernal de la ardilla. La de la rata almizclada es suave y tupida. Una de las pieles de mayor precio es la de la chinchilla. Asimismo es muy valiosa la piel del coipu, un roedor acuático sudamericano afín al castor.

El conejo de monte
El conejo de monte alcanza 1/3 del peso de la liebre. Sus crías nacen desnudas y ciegas, no pudiendo abandonar la madriguera hasta después de 4 semanas. Por el contrario, las crías de la liebre nacen con pelo y están dotadas de una vista desarrollada, pudiendo abandonar la madriguera al cabo de algunos días.


cría de conejo

El conejo doméstico
El conejo doméstico proviene de la especie silvestre; se le cría por su piel y su carne. Existen muchas razas del mismo, cada una de las cuales produce un tipo especial de piel o carne.







Plaga de conejos
Las plagas de conejos en Australia son un ejemplo típico de las catastróficas consecuencias que acarrea la alteración del equilibrio en la naturaleza. Introducidos en este continente, al carecer de enemigos naturales pudieron reproducirse sin obstáculo alguno, poblándolo pronto en su totalidad y originando estragos en bosques y pastos. Se ensayaron distintos métodos para exterminarlos, pero no se obtuvo resultado positivo hasta que se les inoculó el virus de la mixomatosis.

Liebres y conejos

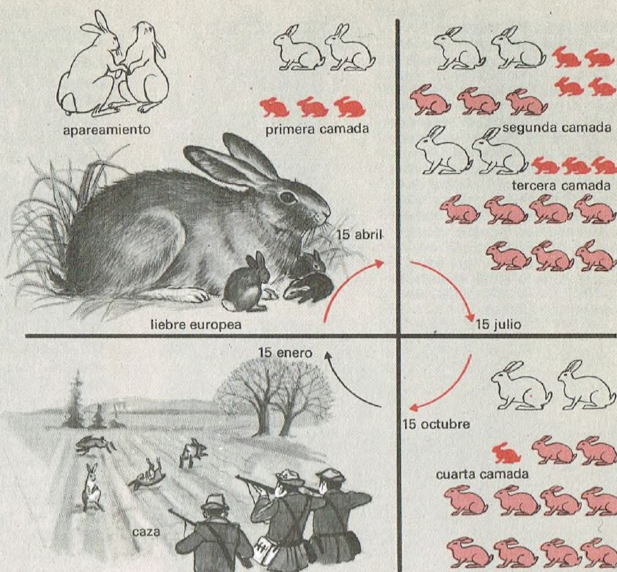
Los lagomorfos (liebres y conejos) se caracterizan, entre otras cosas, por sus largas orejas y por sus patas posteriores, que les permiten dar grandes saltos. Su dentición no es tan poderosa como la de otros roedores, por lo que deben ingerir alimentos más blandos. Viven generalmente en terreno abierto, y entre sus muchos enemigos figuran los carnívoros, como la zorra, la comadreja, el búho y el águila. No obstante, su vista, oído y olfato están bien desarrollados, lo que, junto con su rápida carrera, les permite escapar de sus perseguidores.

Las *liebres* se hallan extendidas por todo el mundo, a excepción de Australia. En Europa se encuentra la liebre común y, muy hacia el Norte, la liebre ártica. Esta última muda de pelo en cada estación; por el colorido invernal suelen distinguirse dos razas: una variante blanca (liebre alpina) y otra gris. La liebre común, mayor que la ártica (hasta 9 dm), es originaria de Europa central. El color de su pelo no varía.

Ambas especies son nocturnas, por lo cual están dotadas de buena vista y oído. Pueden girar en todas direcciones sus largas orejas, y sus grandes ojos están adaptados para la visión nocturna. La liebre común suele vivir en grupo y busca su alimento en los terrenos cultivados, en los que puede ocasionar grandes daños. Se reproduce de manera extraordinaria: llega a tener hasta cinco camadas por año. La liebre ártica se sustenta principalmente a base de hierba, hojas y bayas.

Los *conejos* son de menor tamaño que las liebres y tienen algo más cortas que éstas las patas traseras y las orejas. El *conejo de monte,* que procede de la zona mediterránea, se ha implantado en otras regiones europeas y en Australia. A menudo se ha adaptado de manera extraordinaria a las nuevas zonas y, a causa de su enorme capacidad de reproducción, se ha convertido en una auténtica plaga. Vive en zonas de arbustos y bosques, cerca de terrenos cultivados. Su madriguera está formada por un extenso sistema de galerías que excava bajo tierra. Se alimenta de todo tipo de vegetación y es muy voraz, por lo que puede ocasionar grandes daños. Su época de celo empieza a finales del invierno y tiene cuatro camadas al año; en cada una pare normalmente de 4 a 8 crías. El *conejo doméstico* proviene de la especie silvestre. Existen muchas razas, de distinta coloración, tamaño y tipo de piel, como el conejo gigante, el plateado y el de angora.

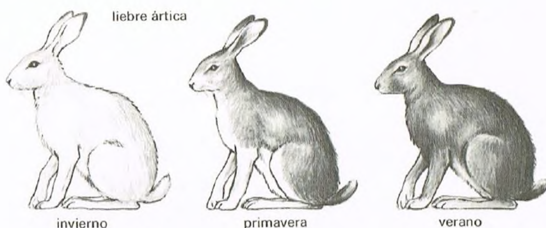




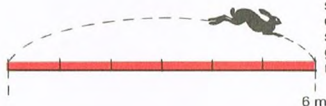
La reproducción de la liebre
El número de camadas anuales varía en las distintas especies, siendo de 2 a 3 en la liebre ártica y de 4 a 5 en la liebre común europea. Suele tener de 2 a 6 crías en cada alumbramiento. La gestación dura unas 7 semanas, y poco después de cada parto tiene lugar otro apareamiento.

La caza de la liebre
La liebre es perseguida por su piel y su carne. La veda suele levantarse desde mediados del otoño hasta principios del invierno. En esta época se estima que las crías ya han crecido, por lo que se considera el período ideal para su caza.

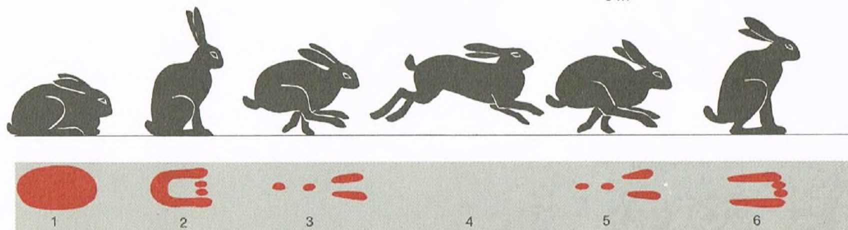
Coloración del pelo
A fin de protegerse, muchas especies de liebres mudan de pelo cada estación, adaptándose a las tonalidades del medio ambiente. En invierno, en las zonas cubiertas de nieve su pelo suele ser blanco, a excepción de las puntas, que son negras; en primavera y otoño es jaspeado, y en verano, grisáceo.



Movimientos y huellas
Al descansar sobre la nieve, la liebre deja una impresión redonda parecida a un hoyo (1). Una huella en forma de herradura indica que ha estado sentada inmóvil (2). Cuando huye, las huellas de sus patas traseras quedan marcadas delante de las delanteras (3-5).

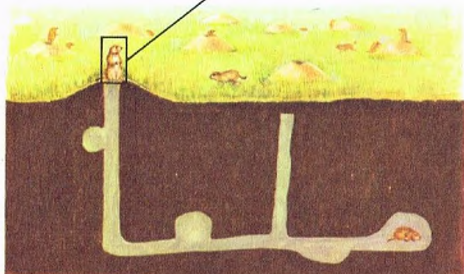


Cuando, en su fuga, la liebre realiza una parada, descansa sobre las patas traseras (6). Las huellas de la liebre suelen ser difíciles de seguir, puesto que el animal puede efectuar saltos de varios metros de longitud y a veces se desvía de su rumbo originario.



El perro de las praderas
Antiguamente el perro de las praderas habitaba las grandes planicies norteamericanas. Hoy ha sido casi exterminado por los cazadores. Su nombre se debe a su ladrido que recuerda al del perro. Vive en grandes colonias y excava bajo tierra extensas galerías. Es fácil localizar sus madrigueras, por los montículos de tierra que aparecen junto a las entradas de las mismas. Siempre se halla vigilando un miembro de la colonia, el cual, en caso de peligro, da la alarma; entonces todos los animales se introducen en sus cuevas.





Castores y ardillas

Los esciuromorfos comprenden a los castores y a los esciúridos, dos grupos emparentados. Los segundos incluyen a las ardillas, los perros de las praderas y las marmotas.
Los *castores* construyen sus presas y madrigueras, verdaderas obras de ingeniería, guiados por instintos congénitos. Es notable la habilidad y capacidad de cooperación con que efectúan sus obras. Trabajan sobre todo de noche. Levantan presas, a fin de obtener un nivel invariable en el agua, de modo que su madriguera permanezca siempre por encima del nivel del río. En invierno se alimentan de cortezas de ramas que han almacenado fuera de sus madrigueras. Al llegar el verano, su dieta aumenta con brotes, raíces, hojas y hierba fresca. Cada madriguera está habitada por una familia que suele consistir en una pareja de progenitores y sus crías de los dos últimos años. El apareamiento tiene lugar en enero o febrero; 5 meses después nacen las crías, normalmente en número de 3 o 4.
Los castores son excelentes nadadores. Poseen una membrana entre los dedos de las patas traseras (pies palmeados) y una

Los castores construyen sus diques, para regular el nivel de los ríos en que establecen su vivienda. Los levantan a base de troncos que introducen y fijan en el fondo y luego impermeabilizan con ramas y fango. El exceso de agua fluye por las aberturas del dique.

A dique

Los castores
Los diques que, con gran habilidad, construyen los castores pesan a veces varias toneladas. Estos animalitos abaten con sus dientes árboles de hoja caduca, que luego trocean en pedazos de 1 m de longitud aproximadamente. Más tarde transportan a nado los troncos y ramas a sus lugares de trabajo y a su almacén en el agua.

cola oval aplastada, en forma de pala, que hace las veces tanto de remo como de timón. Existen dos razas de castores: una, en Norteamérica; y otra, en Europa y Asia. Todavía se encuentran muchos castores en extensas zonas de la parte septentrional de Norteamérica; en Europa, sin embargo, la caza intensa los ha diezmado.

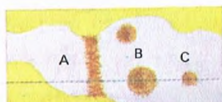
Las distintas especies de *ardillas* habitan en varias zonas del mundo. El chipmunk, que vive en la parte norte de los continentes asiático y americano, practica una galería subterránea que le sirve de madriguera. Por el contrario, la *ardilla común* vive principalmente en los árboles; establece su nido en alguna cavidad del tronco o las ramas. Tiene de 3 a 7 crías en cada alumbramiento (dos por año: en marzo y junio). En invierno, su piel es de color gris (petigrís). Entre los enemigos de la ardilla figuran las aves rapaces y el hombre, pero de ordinario logra escapar de ellos gracias a su rapidez. Los *perros de las praderas,* unos animales pequeños y rechonchos dotados de gran vigor, característicos de las praderas norteamericanas, son, al igual que las *marmotas,* parientes de las ardillas. Las marmotas viven en letargo hasta 10 meses al año.



La ardilla
La ardilla vive normalmente en bosques de coníferas, pero en muchos países lo hace también en parques y jardines. Sube y baja con facilidad por el tronco de los árboles. Suele moverse en torno al tronco, en forma de espiral. Una especie de ardilla voladora vive en el norte de Europa: entre sus patas anteriores y posteriores dispone de amplios pliegues de piel que le sirven de paracaídas.
La ardilla es omnívora, pero se alimenta sobre todo de piñas, nueces, avellanas, bellotas, etcétera. Almacena provisiones para el invierno, en cavidades de los troncos o en el suelo.



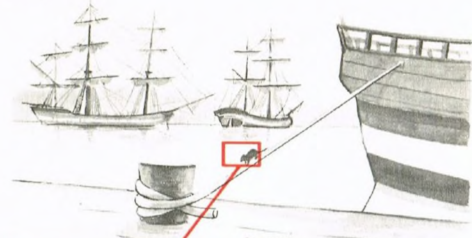




Este plano del dique construido por los castores muestra: A dique, B madriguera, C almacén.



La madriguera está realizada con troncos ingeniosamente dispuestos y recubiertos con fango. El cubil se encuentra por encima del nivel del agua. Hasta él conducen diversas entradas situadas bajo el agua. En las cercanías de éstas hay almacenes de ramas y troncos.




rata comun

La rata

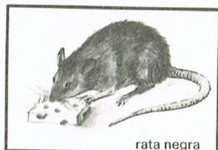
La rata común procede de Asia e hizo su aparición en Europa, a principios del siglo XVIII. El primer país europeo invadido por este animal fue Inglaterra, adonde llegó, desde los puertos asiáticos, introduciéndose en los barcos por las amarras. También por vía terrestre se extendió a otros países europeos.

Ratas, ratones y ratones de campo

Las ratas, ratones y ratones de campo constituyen, con sus parientes los hámsters, lemmings, ratas canguros y lirones ratones de la especie Glicidae, el amplio grupo de los miomorfos, dentro de los roedores.

La *rata común* y, en cierta manera, también la *rata negra* figuran entre los animales más nocivos para el hombre. Habitan en lugares sucios. Su condición de omnívoros les permite ingerir cualquier cosa comestible, pero roen incluso objetos incomestibles, destruyéndolos. La más perjudicial es la fuerte y desarrollada rata común, muy astuta y agresiva. No vacila en atacar al hombre: en ocasiones, ha llegado incluso a matar a mordiscos a niños de corta edad. La rata negra, más tranquila, ha sido eliminada, en muchas zonas, por la parda.

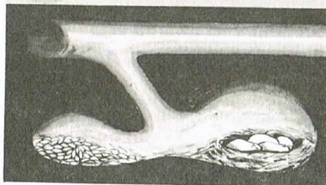
La rata negra, existente en Europa antes de la llegada de la rata común, pronto fue eliminada por ésta. La rata común se convirtió en un azote terrible: transmitía pestes y otras epidemias, al tiempo que destruía todo lo que encontraba en su camino. Se trata de un roedor enormemente activo y voraz que incluso puede roer tuberías de plomo.

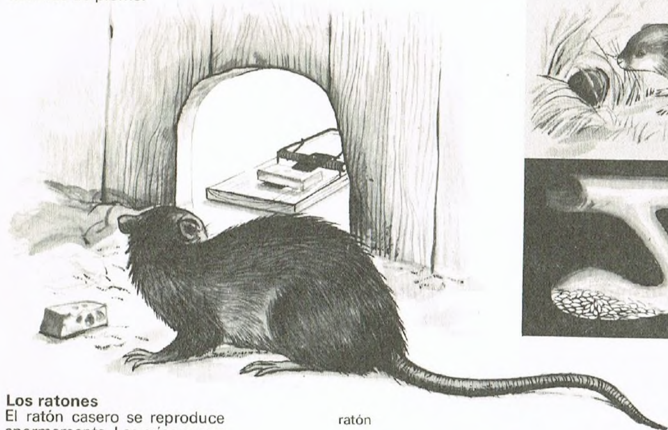

rata negra

Los ratones de campo

Los ratones de campo excavan, bajo los prados y campos de cultivo, túneles de hasta 100 m de longitud, con pequeñas galerías para provisiones y un cubil para las crías alfombrado con hierbas.

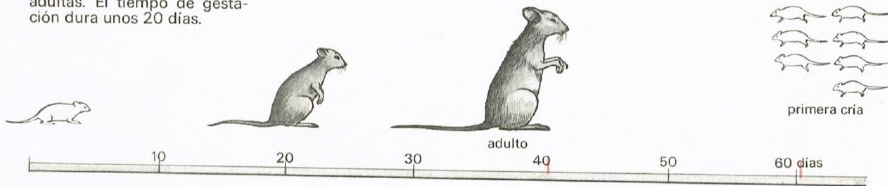





ratón

Los ratones

El ratón casero se reproduce enormemente. Las crías nacen desnudas y ciegas. Al cabo de 20 días se independizan de la madre, y a los 40 días son ya adultas. El tiempo de gestación dura unos 20 días.



Nos consta que a fines del siglo XVIII y durante el XIX, las ratas constituían un terrible azote en los barrios bajos de las ciudades. Está atestiguado, p. ej., que, en 1841, en París fueron exterminadas por el gremio de cazadores de ratas 144361 ejemplares.
Las ratas causan cuantiosos daños materiales, pero son más temidas como transmisoras de enfermedades contagiosas. La peste fue transmitida al hombre por las pulgas de las ratas. Esta terrible epidemia asoló durante la Edad Media a Europa y todavía aparece en Africa y Asia. Por todo ello, el hombre hace lo posible para eliminar las ratas.
Parientes próximos de las ratas son los *ratones*. El ratón doméstico – que, como su nombre indica, habita en las casas –, se halla extendido en todos los continentes. Ocasiona también serios perjuicios. Se introduce en despensas y roe además ropas, libros y otros objetos. Normalmente un ratón hembra pare cada mes de 6 a 8 crías; éstas se hacen adultas al cabo de sólo unos 40 días. Este vertiginoso ritmo de reproducción es una de las causas de que los ratones – en especial, las formas albinas – sean muy útiles como animales de experimentación, para la investigación médica. Otras especies afines son el ratón de bosque y la rata de Cambia, la mayor de la familia, que mide hasta 30 cm, sin contar la cola. Bajo la denominación de *ratones de campo* se agrupan numerosas especies distintas. La mayor de ellas recibe, con cierta impropiedad, el nombre de *rata almizclada*. Vive en Norteamérica y Europa, y su piel es muy valiosa. Contra lo que su nombre da a entender, la *rata de agua* vive tanto junto al agua como en campos bastante secos. Puede ocasionar importantes daños en campos cultivados. El ratón de las cosechas y el ratón de prado no son tan dañinos, excepto cuando aparecen en gran número.




El ratón de las cosechas
El gracioso ratón de las cosechas sólo mide unos 5 cm, si no incluimos su cola, muy larga en comparación con el cuerpo. Ayudándose con la cola, trepa por los tallos de los cereales, y a veces construye su nido sobre los tallos de éstos.




El hámster
El hámster es conocido por acaparar grandes provisiones de alimentos; los conserva en sus abazones, una especie de bolsas que tiene a los lados de la boca. Suele vivir, en grupo, en un sistema de galerías excavado bajo tierra, pero en el que cada individuo tiene su madriguera.




La rata canguro
Gracias a sus patas traseras, de grandes dimensiones, este roedor salta, como su nombre indica, al igual que un canguro, característica que le ayuda a escapar de sus principales enemigos, las serpientes. Vive en los terrenos desérticos del norte de Africa, Siria y Arabia.



El lirón
El lirón habita en el centro y sur de Europa, en terrenos boscosos o matorrales, encaramándose en las ramas. Duerme durante el día y además tiene un largo letargo invernal.




El lemming
El lemming es un herbívoro nocturno de características especiales. En ciertos años prolifera enormemente y realiza largos desplazamientos, probablemente a causa del hambre y las enfermedades.

SERPIENTES

Reptiles sin patas

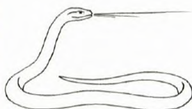
Las serpientes son reptiles escamosos que han evolucionado a partir de saurios con patas. Se trata de reptiles que han perdido sus extremidades y que, en palabras de la Biblia, «se arrastran sobre su vientre». Sin embargo esto no les supone un obstáculo. Avanzan rápidamente en toda clase de terrenos. Su cuerpo está enteramente cubierto de escamas. En la región ventral poseen unas escamas mayores en las que se apoyan al moverse. Recubriendo las escamas poseen una epidermis delgada que mudan a menudo, puesto que crecen durante toda su vida. Esta piel es de una sola pieza y cubre también, en forma de película transparente, los ojos. Por ello las serpientes no pueden parpadear ni cerrar los ojos, y su mirada es fija. Duermen, incluso, con los ojos abiertos. La lengua bífida de las serpientes corresponde al hocico de los carnívoros: capta olores que son transportados a las células olfativas sitas en el interior de la boca. Carecen de oído.

Al igual que los demás reptiles, las serpientes son «de sangre fría», es decir, la temperatura de su cuerpo varía con la ambiental. Gustan de calentarse al sol; el frío las entorpece y anquilosa. En las regiones nórdicas pasan el invierno ale-



Fauces de una serpiente venenosa
Las serpientes tragan entera su presa, gracias a la movilidad de sus mandíbulas. Los colmillos de las serpientes venenosas se despliegan cuando se abre la boca. La lengua es un órgano olfativo







La serpiente y su presa
Las serpientes venenosas paralizan o matan a sus víctimas, inoculándoles veneno al morderles. Algunas pueden escupirlo para cegar a un atacante. Hay serpientes no venenosas que constriñen a su víctima, estrangulándola. Gracias a la dilatabilidad de su cuerpo, una serpiente puede tragar presas más gruesas que ella.





La pitón, a diferencia de la mayoría de las serpientes, incuba sus huevos. La hembra los dispone en un montón, enrollándose alrededor de ellos. En ocasiones permanece así más de dos meses, hasta que nacen las crías.

pitón

Serpientes gigantes
La pitón, la anaconda y las boas son serpientes gigantes no venenosas dotadas de extraordinaria fuerza muscular. Clavan sus dientes en la víctima y la envuelven con su cuerpo, oprimiéndola hasta asfixiarla. La boa y la pitón son serpientes terrestres. La anaconda es una serpiente fluvial que habita en las selvas sudamericanas.

anaconda

boa

targadas en madrigueras, frecuentemente apelotonadas en grupo.
Su mirada fija, su sangre fría y su forma de moverse explican quizás el odio que por ellas siente mucha gente. Sin embargo, en general son inofensivas e incluso útiles, ya que capturan roedores y otros animales dañinos. No obstante, algunas especies son venenosas. El veneno es saliva transformada que inoculan a través de un canal existente en los colmillos. Algunos venenos afectan a la sangre y a los tejidos, mientras que otros paralizan el sistema nervioso.
Existen alrededor de 2 700 especies de serpientes. La mayoría prefieren un clima cálido y húmedo, siendo muy escasas las que habitan en zonas frías. Destacan entre ellas los grupos de los *boidos* (serpientes gigantes), *colúbridos* (culebras) y *vipéridos* (víboras). Las culebras son inofensivas; no así las víboras y otras serpientes venenosas. Entre estas últimas figuran las cobras, mambas y serpientes marinas. Especialmente las mambas negras son muy agresivas, y su veneno es de acción fulminante. Las especies de mayor tamaño se encuentran dentro del grupo de los boidos (la serpiente pitón puede alcanzar hasta 10 metros de longitud,y la anaconda, 11 m). Son devoradoras de caza mayor y llegan a tragar un venado de tamaño regular. Tras un festín de estas proporciones pueden permanecer sin comer un año, o más incluso.


víbora


culebra

Víbora y culebra

En las zonas frías la fauna de ofidios es escasa, en comparación con la que existe en los trópicos. A diferencia de la mayoría de las culebras, la víbora posee en el dorso unas manchas en forma de zigzag, pero las diferencias entre culebras y víboras no son fáciles de establecer.



La piel de las serpientes es de una sola pieza. De vez en cuando deben mudarla, despojándose de las escamas viejas.



La mayoría de las serpientes ponen huevos. Algunas son vivíparas, es decir, la madre incuba los huevos dentro de su cuerpo, y sus crías salen al exterior vivas. Una cría recién nacida de serpiente venenosa es tan rápida y peligrosa como una adulta.

Serpientes venenosas

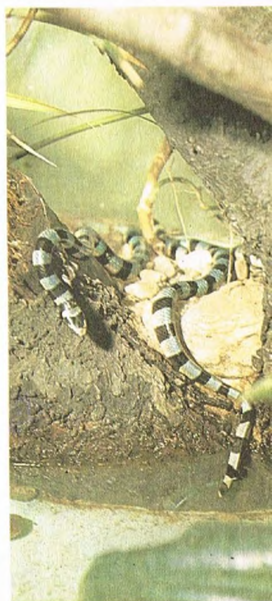
Entre las más temibles figuran la cobra y la mamba, en Asia y Africa; la serpiente de cascabel y la serpiente coral, en América; y la serpiente marina, en el océano Pacífico. Las cobras pueden extender el cuello en forma de disco. La serpiente de cascabel avisa a su contrincante, con el sonido de su sonajero provisto de segmentos córneos y situado en el extremo de la cola. La serpiente marina puede permanecer bajo el agua horas enteras.

mamba verde

serpiente de cascabel

cobra de anteojos

serpiente coral


serpiente marina


la serpiente del Paraiso

La serpiente en la fantasía y en la realidad

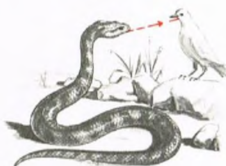
«Entonces dijo el Señor a la serpiente: "Puesto que has hecho esto, maldita serás entre todos los ganados y entre todas las bestias salvajes. Marcharás sobre tu vientre y comerás polvo todos los días de tu vida"» (Génesis, 3:14).

Es difícil decir hasta qué grado el relato bíblico sobre el pecado original ha influido sobre nuestra actitud hacia las serpientes. También en otras religiones y en narraciones populares las fuerzas del mal se representan en forma de serpientes y otros reptiles. Los dragones de las leyendas son una mezcla de saurios terroríficos y serpientes gigantescas.

Las serpientes también se han convertido en objeto de veneración y culto. Los hindúes las consideraban como un símbolo de la sabiduría, y el dios azteca Quetzalcoatl, la «serpiente emplumada», era una combinación del pájaro quetzal y la serpiente de cascabel. Los aztecas, al igual que los egipcios y griegos, poseían en sus templos serpientes sagradas vivas.

Las serpientes no sólo han desempeñado un importante papel en la religión y en las fábulas. Desde muy antiguo han servido de amuletos milagrosos, y ciertos productos de su cuerpo – como el veneno y la grasa – han sido utilizados como

Las serpientes han desempeñado siempre un gran papel en las fábulas y creencias populares. En distintos grabados de esta página aparecen la serpiente del Paraíso, símbolo del mal; una piedra rúnica con imágenes de serpientes; la serpiente emplumada de los aztecas y la gran serpiente marina, «vista» y dibujada, en 1881, por un viajero.
No es cierto que la serpiente someta a sus presas, mediante hipnotismo; la reacción de la víctima se debe al terror. La mangosta es un hábil exterminador de serpientes.




mangosta

serpiente en una piedra rúnica



la serpiente emplumada

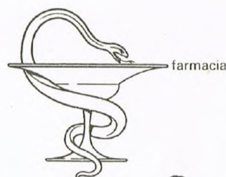


la gran serpiente de mar

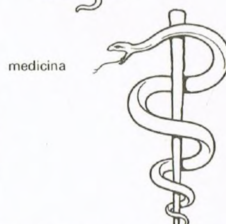




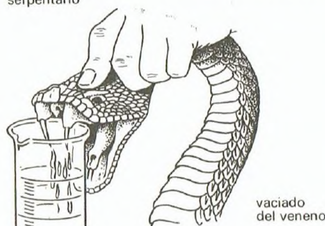
serpentario



farmacia



medicina



vaciado del veneno

En muchos lugares existen serpentarios para la preparación de sueros. El más conocido es el instituto de Butantan, en São Paulo (arriba). El veneno de las serpientes se inocula a animales de experimentación, de cuya sangre pueden obtenerse después sueros antivenenosos.
Antaño el veneno de serpiente fue un ingrediente corriente en las medicinas; este animal figura en el símbolo de la farmacia y de la medicina.

Parece obra de magia que un encantador de serpientes consiga hacer danzar rítmicamente a una cobra, especialmente si se tiene en cuenta que las serpientes carecen de audición. Quizá los movimientos de la cobra son un signo de defensa. El encantador evita ser mordido, gracias a su formidable conocimiento del comportamiento del animal. A menudo, sin embargo, se extrae de la serpiente sus dientes venenosos.

medicina. Con veneno de serpientes se preparan hoy en día ciertos anestésicos y hemostáticos. La serpiente es el motivo principal de los símbolos de la farmacia y la medicina.
En los trópicos muere gran número de personas, a causa de mordeduras de serpientes. Según las estadísticas, en Brasil son mordidas anualmente de 15 000 a 20 000 personas; una cuarta parte de ellas mueren. Cuando una persona es mordida por una serpiente de veneno poco activo debe ligarse la parte de su cuerpo que quede por encima de la herida, pero no deberá intentarse chupar el veneno, ya que esto comporta bastante riesgo. En lugar de ello, ha de avisarse inmediatamente a un médico, para que éste prescriba el tratamiento adecuado. Hoy en día se han empezado a utilizar sueros para contrarrestar la mordedura de estos animales, y existen institutos en varios países para la elaboración de tales preparados.
El odio y el temor del hombre hacia las serpientes es sin duda instintivo, pero también puede depender en parte de la educación recibida desde la infancia. Por otro lado, no hay duda de que se ha creado un mito acerca de lo peculiar y peligroso de estos animales, como se refleja en la fascinación con la que los espectadores del encantador o domador de serpientes siguen los movimientos de éstas.

encantador de serpientes





TABACO

De la planta del tabaco al fumador

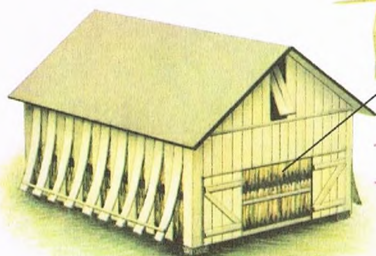
En la actualidad el tabaco se cultiva – en áreas y climas adecuados – en una amplia zona de la superficie terrestre, la comprendida entre los 60º de latitud norte y 60º de latitud sur. El tabaco de Virginia – que originariamente procede del estado norteamericano del mismo nombre – y el burley se cultivan hoy en muchas regiones. El tabaco oriental se cosecha sobre todo en los Balcanes y la Unión Soviética.

Tras su cosecha y secado, el tabaco pasa por distintos procesos. El *tabaco para cigarrillos* se transporta en barriles de madera o balas, humedeciéndose antes de mezclarlo. El *burley* recibe en ocasiones un aderezado, p. ej. con regaliz, azúcar y cacao, así como un tostado y una nueva humectación. Luego se añade a otros tipos formados por tabaco de *Virginia* y *oriental*, después de lo cual se adereza la mixtura resultante. Posteriormente se corta. El nervio central de la hoja – el palillo –, que se separa en un proceso previo de «despalillado», pasa por un tratamiento especial y se añade al tabaco. Posteriormente éste se seca; a continuación se aromatiza rociándolo con sustancias aromáticas. Después se transporta desde los almacenes hasta la máquina de hacer cigarrillos, donde se enrolla en papel, formando una larga varilla que posteriormente se corta en cigarrillos iguales. Hoy en día, parte de los mismos van provistos de filtro.

Cosecha del tabaco
Para la cosecha del tabaco se emplean, en principio, dos métodos. Las hojas pueden cosecharse a medida que van madurando, como se hace con el tabaco de Virginia, o bien de una vez, como se realiza con el burley. Hasta convertirse en tabaco, las hojas de la planta deben seguir distintos tratamientos. En Oriente, se enhebran, cosen o ensartan manualmente en una cuerda de cáñamo; en otros países, se cuelgan de un palo, donde se dejan secar.


planta del tabaco


hoja madura


secadero


hojas de tabaco atadas a un palo


balas de tabaco

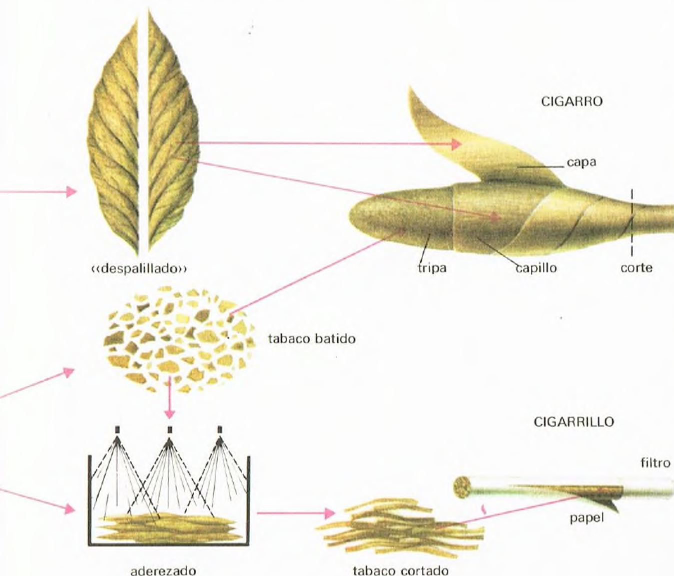

barril de madera para tabaco

Secado
El tabaco se seca por diversos procedimientos: el secado al humo, que tiene lugar mediante serpentines calefactores; el secado por aire, que se realiza de forma natural, en casetas; el secado al sol, que se efectúa al aire libre; y el secado al fuego, que se lleva a cabo en casetas especiales, mediante humo y fuego en rescoldo. Los distintos procesos de secado guardan relación con la labor a la que se destina el tabaco. El de cigarrillos se seca al exterior o en secaderos (arriba), bajo un cuidadoso control de la temperatura. El de rapé y el de pipa se secan mediante el fuego.

En general, la elaboración del tabaco de pipa es igual que la de cigarrillos. Los tipos principales son la *hebra*, tabaco de corte fino, hecho principalmente a base de Virginia y burley; la *mixtura*, mezcla de corte más grueso, confeccionada a base de tabacos que han sido sometidos a tratamientos variados; el *«flake»*, que se prensa en láminas finas; el *«cavendish»*, tabaco muy aromático de corte algo grueso, y el *«spun cut»*, que se retuerce formando una mecha y luego se corta en pequeñas láminas.
El *tabaco para mascar* se prepara con calidades muy aderezadas que se tuercen en forma de mecha. El *rapé* se muele, convirtiéndolo en polvo muy fino, al que se añade agua. Luego se cura en una atmósfera caliente. Más tarde se mezcla, adicionándosele diversos aromas.
En general, el tabaco para cigarros puros no se adereza artificialmente. El tabaco, una vez cortado, se recubre con un *capillo;* esta parte del puro, llamada también tirulo, se envuelve a su vez con la *capa*, a menudo de hojas muy selectas de tabaco cubano, brasileño o de Sumatra. Actualmente muchos cigarros se envuelven con un capillo y una capa de hoja continua de tabaco homogéneo. La preparación de esta hoja puede efectuarse de distintas formas. De ordinario se realiza a base de tabaco puro, molido en polvo fino, mezclado con una sustancia aglutinante de la que se fabrican los rollos *(tabaco banda)*.



Fumar
La costumbre de inhalar humo de plantas aromáticas era ya conocida por el historiador griego Herodoto. Sin embargo, sólo después del descubrimiento de América, en 1492, se inició en Europa la costumbre de fumar tabaco. Pronto empezaron discusiones acerca de su uso. Muchos papas y reyes se manifestaron en contra del tabaco. Sin embargo, durante el siglo pasado se abolieron todas las restricciones que limitaban el derecho a fumar. En la parte superior puede observarse un autorretrato del pintor flamenco, Brouwer, fumando con aire de satisfacción.



Fabricación de cigarros y cigarrillos
Hoy en día, la elaboración de cigarrillos, cigarros, tabaco de pipa y rapé tiene lugar mediante procesos más o menos automatizados. Las hojas destinadas a cigarros llegan a la fábrica de tabaco enfardadas en balas. El tabaco que se emplea para la elaboración de la tripa del cigarro se humedece, corta, seca y mezcla. El capillo y la capa son de una hoja más ancha y flexible que la empleada en la tripa. El capillo y la capa se humedecen y se despojan del nervio central –«despalillan»–, quedando listas para ser empleadas. Los cigarros hechos a mano, con capillo y capa de hoja natural, resultan caros de elaboración. El tabaco banda se importa ya fabricado.
El tabaco para cigarrillos se suministra en grandes barriles de madera. Las hojas del tabaco están ya «despalilladas». Se aromatizan, aderezan, tuestan y cortan en hebras de poco más de 1 mm de anchura. En la máquina de hacer cigarrillos el tabaco se moldea en forma de varilla que es rodeada por el papel. Una afilada cuchilla corta los cigarrillos en longitudes iguales. Algunos de los mismos van provistos de filtro.



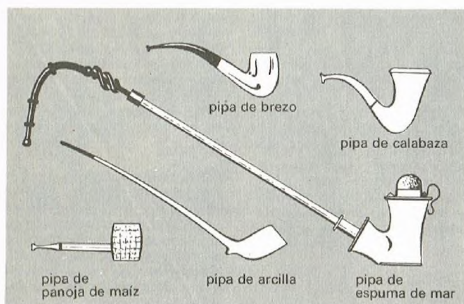


La ruta del tabaco
La planta del tabaco era conocida en las Indias Occidentales, mucho antes de que en 1492 Colón descubriera el continente americano. Los nativos de esta zona fumaban hojas arrolladas (véase, a la izquierda, el sacerdote maya). El tabaco se introdujo en Europa, en el s. XVI, y, posteriormente, se extendió a todo el mundo civilizado. La ilustración de la derecha presenta a un hombre fumando; se trata de un grabado, al cobre, del siglo XVII.



El hábito de fumar

A principios del siglo XVI, marineros españoles y portugueses, que habían observado a los nativos de las islas de las Indias Occidentales cultivar la planta del tabaco y fumar sus hojas, introdujeron el tabaco en Europa. Su uso se extendió desde España y Portugal a Francia; el embajador francés en Portugal intentó curar la jaqueca de la princesa Catalina de Médicis, recomendándole que aspirase por la nariz hojas de tabaco pulverizadas. Aproximadamente al mismo tiempo se generalizó el hábito de fumar tabaco. El héroe marino inglés sir Walter Raleigh fue un empedernido fu-





Pipas
Existe una amplia gama de pipas, desde la africana de calabaza hasta la de brezo inglesa. Esta última es la que predomina hoy. Una variante de alto precio es la genuina pipa de espuma de mar. La pipa con cazoleta de maíz – de gran duración – se fabrica en los Estados Unidos, a base de un tipo especial de panoja de maíz. La pipa de arcilla procede del siglo XVI. A la izqda., el hombre que se halla encendiendo su pipa tiene ante sí un útil para limpiar, prensar y rascar, un bote con tabaco y un estuche de pipas.



La pipa de agua
Una variante especial de la pipa es el narguile; en él el humo de un hornillo lleno de tabaco pasa por un recipiente con agua (a la izqda.), con lo que el humo se limpia y enfría. Al mismo tiempo, el agua evita que lleguen a la boca partículas de tabaco o suciedad.

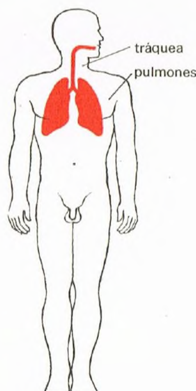


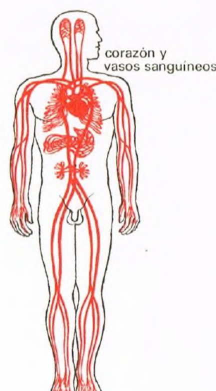
La pipa de la paz
Entre los indios americanos, la pipa de la paz, descrita en innumerables libros sobre los indios, tenía una función ritual. En ciertas ceremonias, los indios, sentados en torno al fuego del campamento, se la iban pasando de mano en mano.

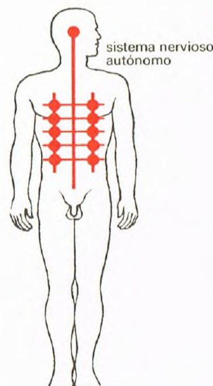
mador de pipa. Cuando en la última mitad del siglo XVI fundó una colonia junto al río James, en Virginia, creó también plantíos de tabaco que fueron el preludio del famoso tabaco de Virginia.

Durante el siglo XVII el empleo del tabaco se extendió por toda Europa. En un principio los nobles recurrían sobre todo al *rapé*, mientras que el pueblo *fumaba en pipa*. Sin embargo, el tabaco de pipa fue gradualmente aceptado incluso en la corte: en la historia del tabaco, son famosos los encuentros de fumadores, organizados a principios del siglo XVIII por Federico Guillermo I de Prusia. En la segunda mitad del siglo XVIII empezaron a aparecer en España los primeros *cigarros*. Se trataba de una versión perfeccionada de las hojas de tabaco arrolladas que Colón vio fumar a los nativos de Cuba. Desde España los cigarros se extendieron a Alemania, Holanda, Dinamarca y otros países.

Aproximadamente al mismo tiempo que los cigarros, empezaron a fumarse en España los primeros *cigarrillos*. Tuvieron su origen en Sudamérica y fueron durante mucho tiempo un producto exclusivo que sucesivamente fue haciéndose popular en Rusia y Turquía. Tras la guerra de Crimea se extendieron por todo el mundo, principalmente a través de las cortes imperiales de París y Viena. Hoy en día los cigarrillos dominan claramente el mercado del tabaco. Los cigarros, al igual que el tabaco de pipa, están en regresión, y el rapé, antaño tan común, se usa principalmente en Escandinavia.







Los efectos perniciosos del tabaco

Hubo un tiempo en que el tabaco se consideraba una planta medicinal. Contiene nicotina, un veneno estimulante.
En la actualidad se llevan a cabo investigaciones para descubrir los efectos perniciosos del tabaco y, en especial, de los cigarrillos. Estas ilustraciones muestran los órganos del cuerpo susceptibles de ser dañados por el tabaco. Se sabe que los fumadores corren mayor riesgo de sufrir cáncer en los órganos de respiración (pulmones y tráquea) que los no fumadores. El hábito de fumar influye negativamente en la circulación sanguínea, lo cual afecta al corazón y al sistema vascular. En el sistema nervioso autónomo la nicotina ocasiona primero un efecto estimulante y después paralizante.

El uso del tabaco

Cada una de las personas que aparecen en la fotografía utiliza una distinta modalidad de tabaco: de pipa, cigarrillo, para mascar y cigarro. El cigarrillo es la modalidad más moderna. El antiguo tipo oriental ha sido sustituido en nuestros días por el cigarrillo mezclado americano. El cigarro apareció en España y Portugal, ya en los principios de la historia del tabaco, pero no obtuvo su definitiva aceptación hasta comienzos del siglo XIX. Probablemente la forma más antigua de fumar fue en pipa. En la actualidad algunos fumadores retornan a este sistema, pues se cree que resulta menos perjudicial para la salud. El rapé empezó a emplearse entre las clases altas, pero su uso fue ampliándose cada vez más. Actualmente se utiliza a veces, junto con el tabaco de mascar, en los lugares donde se prohibe fumar.



TEMPERATURA

Lo más caliente y lo más frío

Las moléculas y átomos de una sustancia están en continuo movimiento. La *temperatura* es una medida de la *intensidad de los movimientos moleculares.* Cuanto más rápidos son éstos, más elevada es la temperatura de la sustancia. A una temperatura de varios millones de grados, el movimiento de los átomos es tan intenso que pierden sus envolturas electrónicas, quedando la materia convertida en plasma. Se produce, por tanto, un contacto muy intenso entre los núcleos de los átomos, pudiendo originarse reacciones nucleares como las que tienen lugar en el centro del Sol o en la explosión de una bomba de hidrógeno.
También a bajas temperaturas los materiales tienen propiedades interesantes. Como la temperatura está en estrecha relación con el movimiento molecular, se desprende que, en caso de llegar a la mínima temperatura posible, dicho movimiento se habrá paralizado. Se ha demostrado que esta temperatura, el llamado *cero absoluto* es de – 273,15° C. En la proximidad del cero absoluto la intensidad del movimiento molecular es tan pequeña que todos los gases pasan al estado líquido. A determinadas temperaturas se producen ciertas transformaciones de la materia: la fusión del hielo y la conversión del agua en vapor son ejemplos de ellas. Estos cambios de una fase a otra pueden servir como *puntos fijos* de una escala de temperaturas. En la *escala centígrada* (°C), 0° es el punto de congelación del agua y 100° es su punto de ebullición. La *escala Kelvin* (°K), que se emplea en trabajos científicos, está integrada por unidades iguales que las de la centígrada, pero 0° corresponde al cero absoluto. Por tanto, 0° K equivale a – 273° C. En la *escala Fahrenheit* (°F), que todavía se utiliza en los países de habla inglesa, el punto de congelación del agua es de 32°, y su punto de ebullición, de 212°.
Muchas propiedades de la materia, como el volumen y la conductividad eléctrica, dependen de la temperatura. Todos los objetos cuya temperatura es superior al cero absoluto emiten radiación electromagnética, *radiación térmica,* cuya intensidad aumenta a medida que se eleva la temperatura. Cuando es muy alta, la radiación térmica resulta visible; así sucede con la luz solar y con la de una lámpara incandescente.
Las temperaturas de las materias de *organismos vivos* oscilan entre límites reducidos. En general, son los mismos que determinan el estado líquido del agua. En nuestro sistema solar, la Tierra es el único planeta con temperaturas entre estos límites favorables.

explosión de una bomba de hidrógeno, 20 000 000° C



superficie solar, 6 000° C



hierro en estado de fusión 1 530° C



regiones más cálidas de la Tierra, unos 50° C



temperatura normal del cuerpo humano, 37° C



regiones más frías de la Tierra, unos – 70° C



helio en ebullición, – 269° C



Desde el cero absoluto hasta 20 millones de grados

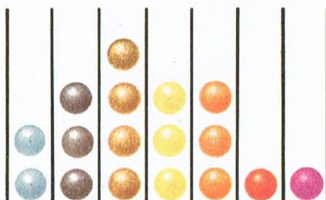
La temperatura depende de los movimientos de las moléculas y átomos en la materia. Cuando cesan por completo las vibraciones de las moléculas, se ha alcanzado el cero absoluto (– 273° C).
Para gasificarse, el helio licuado sólo necesita una temperatura de – 269° C, mientras que el hierro, para fundirse, debe calentarse a 1 530° C. Cuando el movimiento molecular alcanza la intensidad que corresponde a millones de grados, pueden producirse colisiones de núcleos de los átomos, originando reacciones nucleares como las que suceden en la explosión de una bomba de hidrógeno o en el Sol. Las reacciones nucleares tienen lugar en el centro del Sol, ya que su temperatura superficial «sólo» es de 6 000 grados.
Entre estos extremos se sitúa la zona de temperaturas en la que puede existir vida. Las regiones más cálidas de la Tierra se hallan alrededor del Ecuador y las más frías, en torno a los polos.

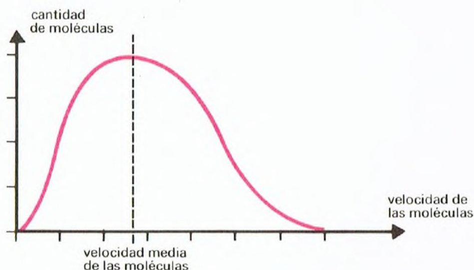


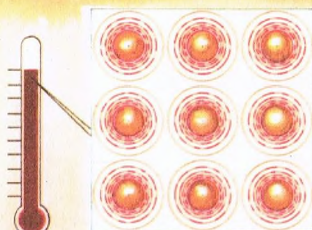
Temperatura en un gas

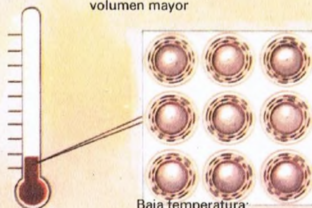
Las moléculas de un gas están en continuo movimiento. Si se pudieran observar en un pequeño espacio cerrado, se vería que se mueven de un lado para otro (a la izqda.). Su velocidad es variable; en la imagen se indica por la longitud de las colas.

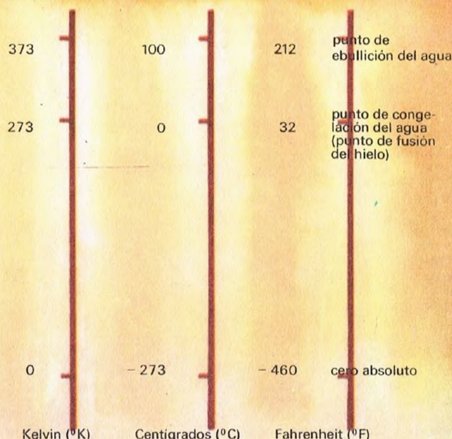
Vamos a clasificar las moléculas según su velocidad en un momento dado. Adoptando este criterio, en la imagen de la parte inferior izquierda hemos situado en casillas a las moléculas, de modo que cuanto más hacia la derecha se halla la casilla, tanto más rápidas son las moléculas contenidas en ella. Como puede observarse, las de velocidad mediana son las más numerosas. Marcando en un gráfico los puntos que representan las alturas de las pilas de las casillas, se obtiene un diagrama como el representado en la figura. La línea punteada indica la velocidad media de las moléculas. Esta determina la temperatura del gas; si la velocidad media aumenta, se eleva la temperatura. Entonces la curva se desplaza hacia la derecha. Sin embargo, en el gas continúan existiendo algunas moléculas extremadamente lentas y otras extremadamente rápidas.






Temperatura elevada: volumen mayor


Baja temperatura: volumen reducido

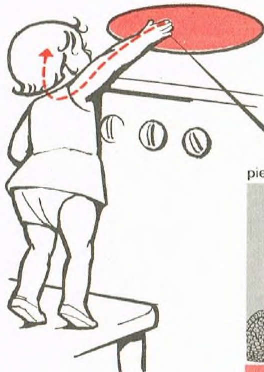


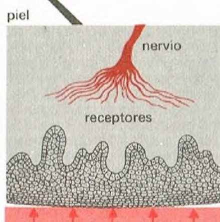
Termómetro

Cuando se eleva la temperatura de una sustancia, las moléculas se sitúan a mayor distancia unas de otras; el volumen de la sustancia aumenta. A igual calentamiento, un líquido se dilata más que un sólido. Por ello, en un termómetro de líquido, éste asciende de nivel al elevarse la temperatura.

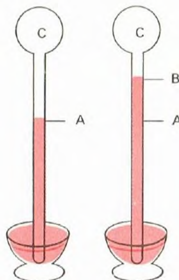
Distintas escalas termométricas

La escala centígrada tiene dos puntos fijos determinados por el de ebullición y de congelación del agua, respectivamente. La distancia entre estos dos puntos se divide en cien divisiones iguales, grados. El punto cero de esta escala es el de congelación del agua. En la escala Kelvin la cuenta comienza en el cero absoluto (– 273° C), llamado 0° K. Sus unidades son iguales que las de la centígrada, de modo que el punto de congelación del agua viene a ser de 273° K. En Inglaterra y Estados Unidos continúa empleándose la escala Fahrenheit, según la cual, el agua se hiela a 32° y hierve a 212°.



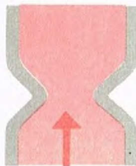


Sistema termosensorial
Debajo de la epidermis existen unos pequeños nervios receptores que actúan como termómetros del cuerpo. Algunos de los receptores son sensibles a las temperaturas inferiores a las del cuerpo; otros, a las superiores. Desde los receptores de frío o de calor, la excitación es conducida al sistema nervioso central y puede ser percibida en el cerebro. En la niña que se está quemando, no sólo reacciona el sistema termosensorial, sino también el sentido del dolor.



Termoscopio de Galileo
Hacia 1590 Galileo realizó unos ensayos que luego condujeron al desarrollo de los primeros termómetros. Galileo tenía un matraz de vidrio (C) con un tubo estrecho sumergido en un líquido. Cuando calentaba con las manos el matraz, el gas de su interior se dilataba. Cuando retiraba las manos, el gas se contraía y el líquido ascendía por el tubo (hasta A). Cuanto más se enfriaba el gas, más subía el líquido (de A a B). Se trataba de un termoscopio.

Termómetro clínico
El termómetro clínico es de máxima, es decir, indica la temperatura máxima a la que ha sido expuesto. Sobre el depósito de mercurio hay un tubito capilar sobre el que se ha practicado el vacío. Este tiene, junto al depósito, una angostura que, si por una parte da paso al mercurio cuando éste se dilata – o sea, cuando la temperatura aumenta –, lo detiene cuando se contrae, con lo que la columna queda partida en dicho punto.



elevación de la temperatura



descenso de la temperatura



Medición de la temperatura

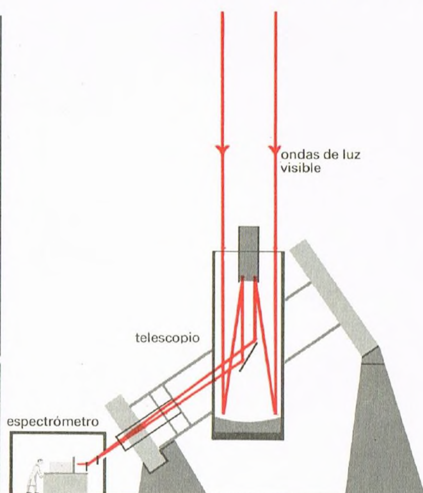
Para medir la temperatura se utilizan los termómetros. Cualquier sustancia, al ser calentada, se dilata por el aumento de la intensidad del movimiento molecular. La máxima dilatación la alcanzan los gases, seguidos de los líquidos. En este fenómeno se basa un gran número de termómetros. En los *termómetros de gas* se dilata una cantidad determinada de gas encerrada con estanqueidad; en los *termómetros de líquido* ocurre lo mismo con un líquido, normalmente alcohol o mercurio. Los termómetros de uso cotidiano suelen ser de este último tipo. La dilatación de las sustancias sólidas es utilizada en diferentes tipos de *termómetros metálicos* y *termostatos*. Con ellos se consigue con facilidad una graduación automática. De este tipo son los que se instalan, p. ej., en los hornos eléctricos. La conductividad de un metal varía según la temperatura. Al aumentar ésta, aumenta también la resistencia del metal al paso de la corriente eléctrica, de modo que la conductividad disminuye. En los *termómetros de resistencia*, la temperatura puede leerse directamente en un miliamperímetro con una escala en grados termométricos.

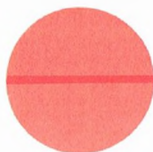
Los semiconductores se comportan de manera opuesta, ya que su conductividad aumenta a medida que se eleva la temperatura. Los materiales semiconductores forman la parte esencial de los *termistores*, una de cuyas ventajas consiste en que pueden construirse muy pequeños, siendo posible usarlos como termómetros en lugares de difícil acceso.

Otro sistema para medir la temperatura consiste en usar un *par termoeléctrico* para convertir directamente el calor en corriente eléctrica. La lectura de la tensión puede efectuarse con un instrumento muy sensible de medición.

Las temperaturas extremadamente elevadas no pueden medirse situando en contacto directo con la sustancia el instrumento de medición, ya que éste se fundiría. Por tanto, es preciso prestar atención a aquellas propiedades de las sustancias que nos permitan estudiar a distancia su temperatura. La radiación térmica es la más idónea para ello. Con un *bolómetro* se puede medir la intensidad de la radiación y, por consiguiente, la temperatura. El llamado *pirómetro óptico* determina la temperatura, a base de la composición de la radiación visible emitida, p. ej., por una masa fundida en un horno. La temperatura de las estrellas puede medirse mediante la *espectrometría*. Consiste en determinar en las distintas partes del espectro la intensidad de la luz de la estrella, ya que cuanto más caliente se halla ésta, tanto más intenso resulta el extremo violeta del espectro.

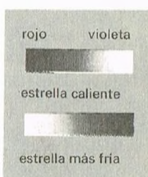


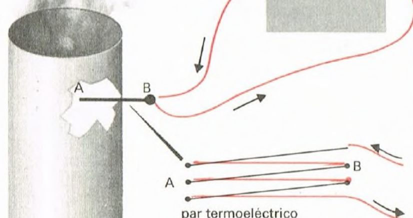




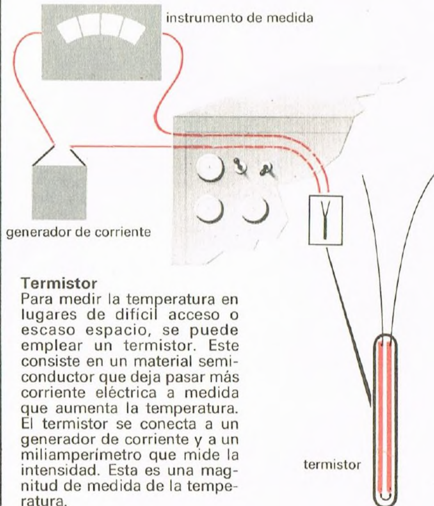
Pirómetro
Para medir la temperatura de un horno puede usarse un pirómetro óptico. El color de la masa fundida en el horno se compara con el de un hilo incandescente calentado con corriente eléctrica. El dibujo de la izqda. presenta el hilo tal como se observa en el pirómetro. Se va variando la tensión hasta que el hilo tiene el mismo color que la masa fundida; entonces se lee en una escala la temperatura

Espectrómetro
La luz de una estrella puede revelar su temperatura. Se capta en un telescopio dicha luz y se deja pasar por un prisma que la descompone en gamas de diferente longitud de onda, formando el espectro. El espectro de una estrella caliente es más intenso por la parte violeta; el de una estrella relativamente fría lo es por la parte roja. El equipo empleado para efectuar la operación descrita se llama espectrómetro.





Par termoeléctrico
Con él se mide la temperatura de los gases de humos de un horno. Se compone de hilos de dos metales distintos. Cuando los puntos de contacto de los hilos de la izqda. (A), insertados dentro de los gases de humos, adoptan una temperatura más elevada que los de la derecha (B), se produce una tensión eléctrica entre los extremos de los hilos. Esta tensión nos permite medir la temperatura.



Termistor
Para medir la temperatura en lugares de difícil acceso o escaso espacio, se puede emplear un termistor. Este consiste en un material semiconductor que deja pasar más corriente eléctrica a medida que aumenta la temperatura. El termistor se conecta a un generador de corriente y a un miliamperímetro que mide la intensidad. Esta es una magnitud de medida de la temperatura.



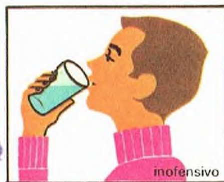




Los venenos en la naturaleza
Proceden tanto del reino animal como del vegetal y mineral. Los animales usan el veneno como arma. En las plantas, sólo una parte de ellas suele ser venenosa. Entre los minerales tóxicos figuran los de plomo.







Distintos efectos en diferentes órganos
El agua dulce tiene una acción tóxica directa sobre los tejidos pulmonares, lo que no ocurre con la salada. Por ello, el que se salva de ser ahogado en un lago puede haber recibido daños que nunca le hubieran ocurrido en el mar. Sin embargo, el estómago tolera perfectamente el agua dulce.





amanita matamoscas — peligroso — inofensivo

Distintos efectos en diferentes seres
Lo que para el hombre resulta venenoso puede no serlo para algunos animales. La amanita matamoscas, que resulta tan nociva para el hombre, constituye un sano alimento para el caracol. Las cabras mascan con delicia las hojas de tabaco, cuya nicotina sería letal para el hombre.

VENENOS

Nuestro mundo tóxico

En la naturaleza, tanto en el reino animal como en el vegetal y el mineral, hay gran variedad de venenos. Sin embargo, el concepto «veneno» es muy relativo. Lo que para el hombre resulta venenoso puede no serlo para otros seres. Así, la amanita matamoscas, perjudicial para el hombre, es muy apreciada por los caracoles. Por otra parte un veneno puede provocar en las diferentes partes de nuestro cuerpo distintos efectos. El veneno de la víbora únicamente es tóxico si penetra directamente en el sistema circulatorio; en el estómago es inofensivo.
El veneno de los *animales venenosos* es producido por glándulas especiales, siendo expulsado mediante la dentadura, los aguijones, cerdas, etc. En casi todos los grupos de animales hay especies venenosas. Entre las más conocidas figuran las serpientes venenosas y algunos peces (por ejemplo, la víbora de mar y ciertas rayas), arañas, insectos, etc.
Dos grandes grupos de combinaciones químicas, los alcaloides y los glucósidos, incluyen a la mayoría de los venenos vegetales. Muchos venenos vegetales se utilizan, en pequeñas cantidades, como medicamentos o estimulantes; únicamente al utilizarlos en concentraciones mayores pasan a ser nocivos e incluso mortales. La digitoxina, un glucósido que se encuentra en la flor de digital, se utiliza como medicamento para el corazón, pero en dosis elevadas es un veneno cardíaco. La nicotina, sustancia venenosa de la planta del tabaco, es un estimulante, pero si la dosis ingerida es mayor de 50 mg paraliza el sistema nervioso. La lista de plantas que contienen veneno es muy extensa: el lirio del valle, la cicuta, el beleño, el eléboro, el acónito, la adormidera, etcétera.
Entre los *venenos minerales*, los compuestos de plomo, arsénico y mercurio son los que revisten mayor importancia. A la gasolina se le añade un compuesto de plomo, como antidetonante; el mercurio forma parte de los explosivos, y su acción tóxica puede, en ciertos casos, transmitirse a las personas. El arsénico, utilizado en la industria de colorantes, usado como raticida, etcétera, es muy venenoso.

Por extraño que parezca, el propio hombre es el principal agente difusor de venenos en la naturaleza. Las corrientes de agua se envenenan a causa de los desechos de las industrias y las cloacas; el aire se vicia por los gases de escape. Los insecticidas han provocado una mayor producción agraria, pero sus efectos secundarios nocivos cada día se evidencian de modo más alarmante.

víbora de mar

medusa

El hombre descubre venenos en el agua...

La relación del hombre con los animales venenosos del mar ha sido más bien superficial. Entre éstos figuran la víbora de mar, que inocula el veneno con los radios de su aleta dorsal, o las medusas, dotadas de tentáculos urticantes.

...y en la tierra

En tierra firme, el hombre primitivo, para subsistir, tenía que conocer las plantas y los animales venenosos. En sus correrías debió de sufrir dolorosas experiencias a causa de las peligrosas mordeduras de las serpientes venenosas, las de los escorpiones –rapidísimas– y las de los avispones –muy dolorosas–. El hombre primitivo pronto advirtió que frutos como los de la belladona provocaban con su veneno la muerte, y que otras plantas producían eczema.





El hombre esparce venenos en el agua...

Gracias a la técnica, el hombre ha pasado a ser el más activo agente difusor de tóxicos en la naturaleza. Las corrientes de agua se ensucian a causa de los desechos industriales.

...y en la tierra

En tierra firme, el hombre ha combatido con venenos las malas hierbas, animales dañinos y enfermedades de las plantas. Todavía no pueden calibrarse los efectos nocivos que estos venenos ocasionan en la naturaleza, si bien es evidente que hay que utilizarlos con prudencia. De otro modo, el equilibrio de la naturaleza podría verse amenazado.



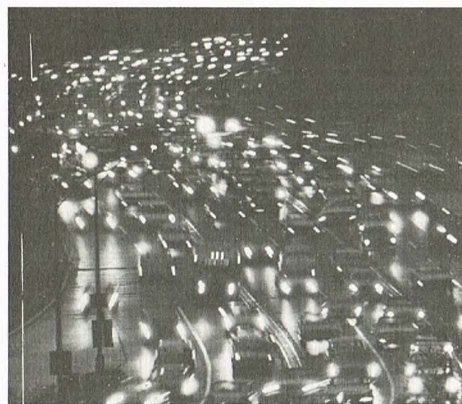






Distintos usos

El hombre utiliza de distintos modos los venenos. En pequeñas cantidades, algunos de ellos producen una sensación de bienestar, por lo que se emplean como estimulantes. A veces, los venenos que paralizan funciones vitales se han utilizado para ejecuciones y asesinatos. Muchos de los tóxicos más activos se usan, en pequeñas dosis, como medicamentos. Los tóxicos empleados para combatir animales dañinos y enfermedades de las plantas son armas de dos filos: también pueden afectar a organismos beneficiosos.



Intoxicación por monóxido de carbono

Hoy en día, el monóxido de carbono de los gases de escape de los automóviles constituye un serio peligro para la salud. Se trata de un gas incoloro e inodoro, y es uno de los tóxicos más peligrosos que conocemos. Se combina muy rápidamente con la hemoglobina de los glóbulos rojos de la sangre, que transportan el oxígeno a las células del cuerpo. El monóxido de carbono se fija a la hemoglobina con más fuerza que el oxígeno, y excluye a éste. Si una persona permanece durante mucho tiempo en un ambiente rico en monóxido de carbono, su sangre llega a carecer de hemoglobina útil para el transporte de oxígeno, y muere por asfixia.

¿Qué es veneno?

«Todas las sustancias son venenosas a partir de cierta dosis.» Así reza un viejo proverbio alemán. En efecto, no se puede establecer una definición general del concepto veneno ni separar con claridad las sustancias venenosas de las que no lo son. Algunos microorganismos pueden vivir y reproducirse en ácido nítrico, el cual, al igual que otros ácidos y álcalis, produce en el ser humano una corrosión de las membranas mucosas de la garganta y el estómago. Muchos medicamentos que, ingeridos en la dosis adecuada, salvan vidas son letales si la dosis es elevada. En pequeñas cantidades, las vitaminas A y D son necesarias para la salud del hombre, pero en grandes cantidades pueden causar serios envenenamientos.

Por otra parte, distintos individuos reaccionan de manera diferente frente a una misma sustancia. Ciertas medicinas toleradas por la mayoría de las personas ocasionan en otras graves trastornos. Los niños son más sensibles que los adultos a ciertas sustancias; p. ej., pueden envenenarse ingiriendo tabletas de magnesio o medicinas que contengan hierro.

La acción venenosa de una sustancia no sólo depende de la dosis y de la sensibilidad individual sino también de cómo se administra. La noradrenalina, por ejemplo, ocasiona la muerte fulminante si se inyecta más de un miligramo en las venas. Sin embargo, se produce continuamente en pequeñas cantidades en nuestro sistema nervioso simpático, donde actúa como transmisora de los estímulos de una célula a otra. En la legislación sobre venenos, la dificultad en definir con exactitud las sustancias que pueden calificarse de venenosas ha ocasionado problemas. Se ha optado por hacerlo según los riesgos que comporta en la práctica el manejo de las diversas sustancias susceptibles de ocasionar envenenamiento. Estas sustancias se dividen en venenos y tóxicos. Se consideran *venenos* aquellas sustancias que son peligrosas incluso ingeridas en dosis muy pequeñas y aun cuando se obre con precaución. Los venenos (desde el punto de vista legal) sólo pueden adquirirse con un permiso especial. Los *tóxicos* únicamente pueden producir envenenamiento en caso de descuido o mal uso. Entre ellos figuran muchos productos industriales de uso normal en el hogar, como tricloretileno, disolventes, trementina, insecticidas, lejía, ácidos sin diluir, etc. Todas estas sustancias se expenden normalmente al público, si bien en la parte exterior de los embalajes debe figurar de forma clara y precisa la advertencia de su toxicidad.



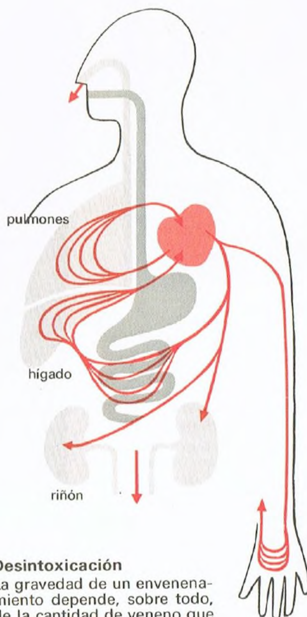
Inhalación

Los tóxicos en forma de gas, humo o vapor pueden llegar por inhalación a la sangre. Muchos de ellos producen también daños en las vías respiratorias, y no todos pueden advertirse por el olor o por provocar tos.



Ingestión

Se ha comprobado que la inhalación y la ingestión de tóxicos son los modos más comunes de envenenamiento. Muchos venenos carecen de sabor o de olor, y únicamente producen síntomas cuando llegan a la sangre.



Desintoxicación

La gravedad de un envenenamiento depende, sobre todo, de la cantidad de veneno que penetra en la sangre. La desintoxicación sólo se efectúa si el veneno es descompuesto en el hígado y excretado por riñones y pulmones.



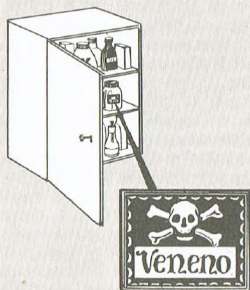
Inyección

Al ser inyectado directamente en la sangre, el veneno puede producir un efecto muy rápido. La morfina, inyectada en la dosis adecuada, calma el dolor, pero en caso de sobredosis provoca la muerte, por parálisis del centro respiratorio.



Contacto

Al entrar en contacto con sustancias venenosas, puede producirse un envenenamiento local o general. El veneno suele penetrar a través de una herida. Los gases asfixiantes también pueden penetrar a través de la piel.



Prevención

La mejor protección contra los envenenamientos es prevenirlos. Una medida eficaz consiste en guardar los tóxicos en sitios inaccesibles para los niños. Los productos tóxicos deben estar cerrados con llave y llevar una etiqueta que indique con claridad que el contenido es tóxico, para evitar toda confusión.



Protección

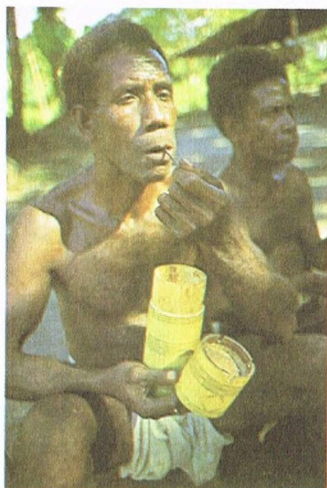
Las personas que en su trabajo se ven obligadas a manejar tóxicos deben protegerse cuidadosamente por medio de dispositivos efectivos, como filtros respiratorios o máscaras, ropas especiales y extractores de aire. Tomando estas precauciones, el riesgo de intoxicación disminuye de manera ostensible.



Contramedidas

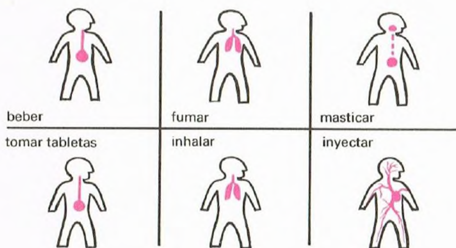
Si, a pesar de todas las precauciones, se produce una intoxicación, una actuación rápida puede salvar la vida. En primer lugar es preciso retirar del enfermo el veneno, por ejemplo con un lavado de estómago o con vomitivos; después hay que suministrarle contraveneno y prestarle tratamientos especiales.





Uso y abuso
El hombre consume, en forma de estimulantes, una gran cantidad de sustancias más o menos tóxicas. El consumo de café es habitual en Europa y América (fotografía superior). El betel es masticado en varios pueblos del sur de Asia (a la derecha). El alcohol y las drogas son estimulantes que a menudo provocan hábito (abajo, inyección de droga).





Modo de consumo
Los estimulantes pueden ser consumidos de distintos modos. Se bebe, p. ej., el café el té, el cacao y el alcohol. Al fumar el tabaco, el tóxico es absorbido por la sangre en los tejidos pulmonares. Algunos estimulantes se mastican, por ejemplo el betel.
El consumo de estimulantes puede fácilmente llegar a constituir un hábito. A menudo el toxicómano se inyecta la droga directamente en la musculatura.

Psicoestimulantes

Existen numerosos estimulantes psíquicos procedentes del reino vegetal. Entre los de menor efecto figuran el *café*, el *té* y el *cacao*, los cuales contienen cafeína, alcaloide estimulante. El *tabaco* contiene nicotina, estimulante y tóxica; no obstante, al fumar, la nicotina penetra en muy escasa proporción en el cuerpo. El *vino* y otras *bebidas alcohólicas* son también estimulantes que, al igual que el tabaco, crean fácilmente hábito.
El *betel* es un estimulante muy utilizado en el sur de Asia. Se cortan las semillas de la palma de areca, se envuelven en hojas de la planta del betel y se añade cal y tanino. Luego se mastica el rollo de betel, con lo que toda la boca se colorea de un rojo intenso, y aumenta la producción de saliva.
El cáñamo indio se cultiva en las zonas tropicales y subtropicales. Las glándulas de las hojas, sobre todo las de las inflorescencias, segregan el *haschisch*, droga resinosa utilizada como alucinógeno cuyo efecto se asemeja al del alcohol. Se denomina *marihuana* al haschisch preparado para ser tomado en cigarrillos o en pipa.
La adormidera se cultiva desde hace mucho tiempo en los países asiáticos. El jugo lechoso de sus frutos es, una vez seco, el opio en bruto, que contiene varios alcaloides, como por ejemplo la *morfina*. En el Oriente se fuma el *opio* como estimulante. El abuso de esta droga mina totalmente la salud.
Los indios del Perú, Bolivia y Ecuador mastican las hojas del arbusto de la coca,

con algo de cal, como medio estimulante, a fin de poder soportar fuertes fatigas. En el arbusto de la coca se encuentra, entre otras sustancias, la *cocaína,* la cual se utiliza como anestésico local. También puede tomarse en forma de rapé, como estimulante. La cocainomanía provoca trastornos muy graves en el organismo.

La *mescalina* es un componente alucinógeno del peyotl, cactus sagrado de los aztecas, que aún hoy en día se mastica en México, como estimulante. Este tóxico, al igual que el recientemente descubierto LSD, produce alucinaciones intensas y a menudo terroríficas. En algunos ambientes se ha creado toda una «filosofía» en torno a estos estimulantes: se quiere llegar a una ampliación de las fronteras del conocimiento. No obstante, el uso prolongado de estas drogas puede ocasionar daños irreparables en el sistema nervioso.



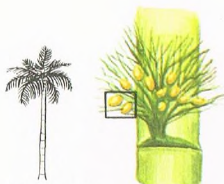
Zonas de cultivo
En el mapa superior figuran las zonas donde en mayor abundancia se producen algunos estimulantes. El cultivo más extendido es de tabaco, café y cacao. La cocaína, la mescalina (de un cactus), el opio y el haschisch se consideran drogas.


árbol del cacao


arbusto del té


arbusto del café

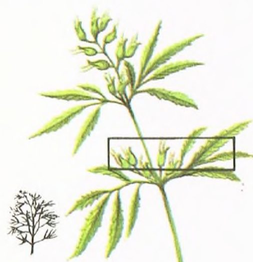
Plantas estimulantes
Los estimulantes se producen en distintas partes de la planta. Del árbol del cacao y del arbusto del café se utilizan las semillas; del té y del tabaco, las hojas. La nuez de areca (una semilla) forma parte del betel. El opio se extrae del fruto de la adormidera. La cocaína se encuentra en las hojas del arbusto de la coca. Las inflorescencias y las hojas del cáñamo indio producen el haschisch y la marihuana.


palma de areca


planta del tabaco


adormidera


arbusto de la coca


cáñamo indio



La muerte de Sócrates
En Grecia, a veces se ejecutaba a los condenados a muerte haciéndoles ingerir veneno. Este fue el caso de Sócrates. En la descripción de Platón acerca de la muerte de su maestro, podemos seguir la progresión inexorable de la intoxicación a causa de la cicuta.



La muerte de Cleopatra
Tras la derrota de Marco Antonio, Cleopatra, reina de Egipto, prefirió morir a ser llevada a Roma, para figurar en la procesión triunfal del vencedor: unos sirvientes llevaron subrepticiamente a la cámara regia serpientes venenosas.



cobra egipcia

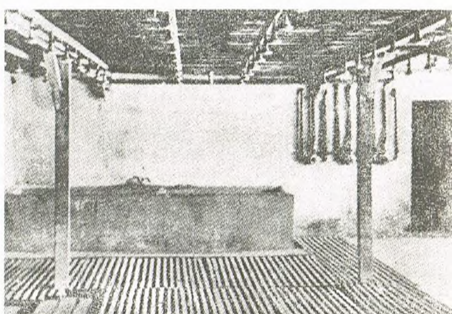


Armas homicidas

El veneno, utilizado como arma homicida, tiene muchas ventajas sobre las demás. Produce su efecto «a distancia» y puede mezclarse en la comida o la bebida sin alterar el color, sabor u olor de éstas. Puede actuar rápidamente, de modo que la víctima se desplome en pocos segundos. También puede hacerlo con lentitud, de suerte que aquélla piense que se trata de una simple enfermedad lenta. El asesinato con veneno goza de antigua tradición. No hay que olvidar que los príncipes solían disponer de un sirviente, cuya misión era la de probar previamente los platos servidos a la mesa; parece ser que el cardenal Richelieu utilizó gatos para este fin. Durante el Renacimiento fueron muy frecuentes los asesinatos con veneno, sobre todo entre las familias ricas de Italia. En los dramas de Shakespeare abundan las bebidas venenosas, puntas de espada emponzoñadas, etcétera.
Entre los venenos clásicos, el *arsénico* ocupa un lugar preponderante al lado de distintos venenos vegetales. Cantidades muy pequeñas de preparados de arsénico son mortales por su efecto sobre los intestinos y el sistema circulatorio.
Pero el veneno ha sido un arma mortífera, no sólo en manos de los criminales, sino también en las de los responsables de la administración de la justicia. En la antigua Grecia, a los condenados a muerte –como en el caso de Sócrates– se les obligaba a beber cicuta. El veneno de la cicuta, la *coniina,* paraliza primero los órganos respiratorios y los restantes músculos del cuerpo; la lucidez se con-



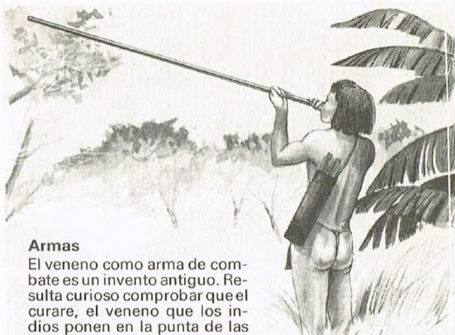
Envenenamiento en la literatura
La novela y el cine deparan numerosos asesinatos por envenenamiento. Arriba, escena de la película *Arsénico por compasión:* dos ancianitas ofrecen a un viejecito una copa de licor de cerezas, con arsénico.



Genocidio mediante veneno
Nuestro tiempo ha sido testigo de una matanza colectiva que supera a todas las de la historia. Durante el régimen nazi se ejecutaron miles de seres humanos, con métodos industrializados, en un intento de exterminar el pueblo judío. Estas ejecuciones tenían lugar en campos de concentración; se utilizaba, sobre todo, gas tóxico. Arriba, una cámara de gas en el campo de Maidanek (Polonia), donde se mataron cerca de millón y medio de hombres, mujeres y niños.

serva hasta que sobreviene la muerte. En el antiguo Egipto los condenados a muerte eran ejecutados obligándoles a ingerir una bebida hecha a base de huesos de melocoton molidos. Estos contienen un compuesto que desprende con facilidad *ácido cianhídrico,* veneno muy fuerte y de acción rápida. Durante la Segunda Guerra Mundial en las cámaras de gas alemanas se utilizó, como gas mortífero, ácido cianhídrico. Varios líderes nazis se suicidaron con ayuda de cápsulas que contenían cianuro potásico, el cual, al entrar en contacto con el ácido clorhídrico del jugo intestinal, produce ácido cianhídrico. Con el desarrollo de la química, el arsenal de venenos de la era moderna ha aumentado con una serie de sustancias sintéticas.

Durante la Primera Guerra Mundial se utilizaron gases asfixiantes, como el fosgeno y la iperita, cosa que, por diversos motivos, no sucedió en la segunda. En la actualidad existen nuevos tipos de gases, de acción desoladora, como los que actúan *contra el sistema nervioso,* enormemente tóxicos. Estos gases bloquean los impulsos nerviosos que van a los músculos. El individuo intoxicado por ellos sufre calambres, cada vez más violentos, que ocasionan una muerte rápida. Entre los venenos sintéticos figuran también la mayor parte de los *somníferos.* Muchos de ellos contienen combinaciones de ácidos barbitúricos, por ejemplo,barbital y fenobarbital. Actualmente, los envenenamientos con somníferos, por su abuso o por los intentos de suicidio, figuran entre los más comunes.



Armas
El veneno como arma de combate es un invento antiguo. Resulta curioso comprobar que el curare, el veneno que los indios ponen en la punta de las flechas, y los gases asfixiantes que afectan al sistema nervioso, utilizados en nuestros días, producen el mismo efecto: bloquean los impulsos nerviosos que van a los músculos.







La muerte de Himmler
Las matanzas masivas llevadas a cabo por los nazis se efectuaron por orden de Heinrich Himmler, el más alto jefe de la policía. Cuando, tras la derrota, fue hecho prisionero por los ingleses, se suicidó mordiendo una cápsula venenosa que llevaba oculta en la mandíbula inferior.



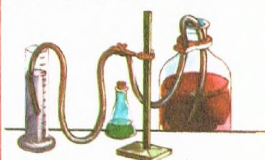
Somníferos
Algunas personas se ven sumidas en tal depresión que consideran el suicidio como el único medio de escapar a sus tribulaciones. Para ello recurren a ingerir una sobredosis de calmantes o de somníferos. A causa de ello, últimamente se procura que los somníferos de un envase, al ser tomados en su totalidad, no produzcan intoxicaciones mortales.



plantas



animales



productos químicos

Fuentes de medicamentos

A pesar del desarrollo de la química, las plantas y los animales siguen siendo fuente importante de medicamentos. Ello se debe, quizás, a que extraídos de esta fuente resultan económicos. Como ejemplo se puede mencionar la insulina, que todavía se extrae del páncreas del ganado vacuno.

Medicamentos

Antaño se creía que los medicamentos poseían una fuerza mágica. La investigación farmacológica ha podido aclarar en gran parte los efectos que los distintos medicamentos producen en el cuerpo, pero también en nuestros días la fe en la acción de un medicamento reviste gran importancia para la curación de enfermedades psíquicas. Se ha demostrado la poderosa influencia que sobre el enfermo posee la autosugestión.

Sin embargo, ya hemos abandonado la mayoría de las supersticiones extendidas, en otro tiempo, a propósito de los medicamentos. Por otra parte, se ha demostrado que muchas medicinas antiguas que se preparaban a base de hierbas poseen realmente efectos curativos. Así, el producto resultante de la decocción de corteza de quina, que se utilizaba antaño de modo empírico para combatir



Del huerto

Antiguamente, los monjes preparaban medicinas a partir de recetas experimentadas, a base de distintas partes de las plantas medicinales cultivadas en cada convento. Muchas de nuestras plantas medicinales, que ahora crecen salvajes, por ejemplo el beleño, probablemente tienen su origen en los huertos de los conventos, a los que en alguna ocasión llegaron procedentes de otros países.



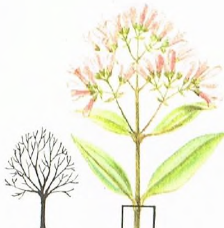
belladona (atropina)



beleño (escopolamina)



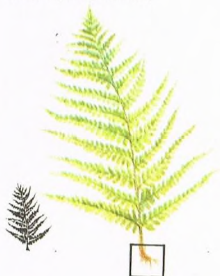
digital (digitoxina, un tónico cardíaco)



quina (quinina)



cornezuelo del centeno (ergometrina)



helecho (fiticina, un vermífugo)

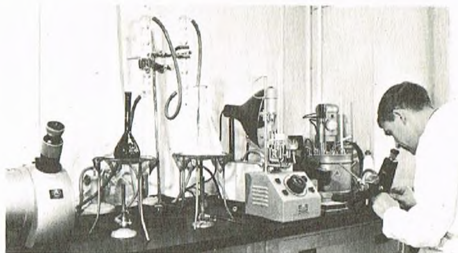


ricino (aceite de ricino)



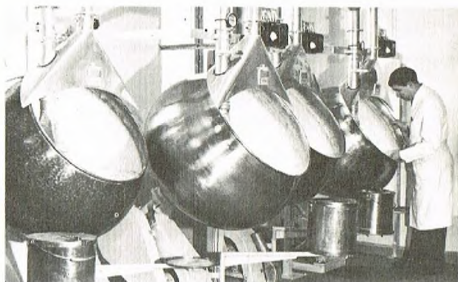
chopera (laxante)

fiebres tropicales, contiene *quinina*, sustancia con la que se ataca la malaria. La planta india *Rauwolfia* contiene una sustancia de efecto curativo sobre ciertas formas de hipertensión. La *atropina* es un veneno muy fuerte que se encuentra en la belladona; no obstante, se utiliza como medicamento para curar enfermedades oculares y calambres. La *escopolamina*, que se extrae del beleño, es un calmante; los frutos de la chopera *(Rhamnus frangula)* son laxantes. Los distintos preparados de la *digital* actúan como excelentes tónicos cardíacos. En el cornezuelo del centeno, un hongo parásito, se encuentra la *ergotamina*, que es un analgésico, y la *ergometrina*, que se utiliza en los partos, para disminuir la pérdida de sangre. Una sustancia obtenida del cornezuelo, el ácido lisérgico, puede transformarse en LSD que, en dosis de 50 microgramos, produce estados alucinógenos semejantes a la esquizofrenia. En la actualidad, la fabricación de medicamentos se basa en la investigación intensiva en los laboratorios de las universidades y de las industrias. Cada año se lanzan una gran cantidad de nuevos preparados. Así un enfermo puede elegir sus medicamentos entre una amplia gama, pero simultáneamente aumenta el riesgo de efectos secundarios. Además el consumo de preparados, p. ej. contra el dolor de cabeza o el insomnio, ha aumentado hasta un punto en el que se puede hablar propiamente de abuso. Sin embargo, estas circunstancias no deben hacernos olvidar que hoy, gracias a los medicamentos modernos, enfermedades como la diabetes, malaria, o anemia perniciosa no conducen inevitablemente a la muerte.



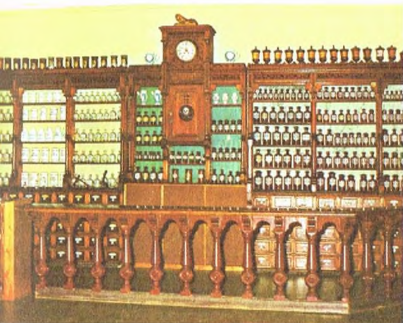
El investigador crea nuevos medicamentos

El desarrollo de la química y de la farmacología ha permitido producir sintéticamente las sustancias activas contenidas en los productos naturales. También se intenta sintetizar nuevos medicamentos que no existen en la naturaleza.



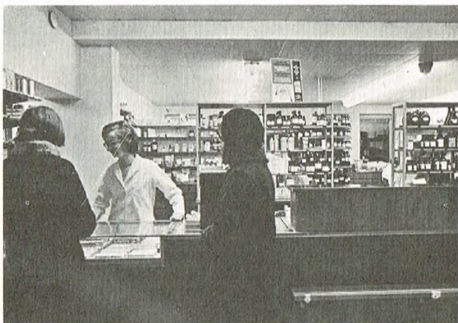
Producción

En la moderna producción de medicamentos, la fabricación automatizada, a escala industrial, ha reemplazado la fabricación casera a base de decocción de plantas, según se hacía en la Antigüedad. La producción de medicamentos se efectúa bajo un control riguroso; de esta manera, el producto permite una dosificación exacta y un tratamiento cómodo.



La farmacia de ayer...

Antaño, en las estanterías de las farmacias se colocaban las materias primas, y a partir de ellas se hacían las medicinas para cada paciente, según la fórmula magistral del médico.



...y de hoy

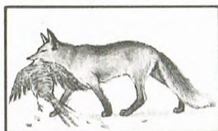
La farmacia actual es un moderno local en el que se venden los distintos productos preparados por los diferentes laboratorios. Unicamente en las farmacias más grandes se lleva a cabo una producción propia o una mezcla de medicamentos. No obstante, algunas farmacias todavía nos evocan, al menos en su decoración, las farmacias antiguas.



Las semillas tratadas...
Las semillas se hallan infectadas, a menudo, por esporas o bacterias patógenas. Para eliminar estos gérmenes, las semillas suelen tratarse con distintos productos químicos que generalmente contienen mercurio, por lo que son muy venenosos.



...afectan a los animales salvajes
Diversas aves comen en campos de labranza o en montones de basura granos venenosos de semillas tratadas. Las aves así envenenadas se convierten en una presa fácil para el zorro, que a su vez muere también por envenenamiento.





Medios de lucha

Los medios de lucha químicos, los llamados biocidas, adquieren cada día mayor importancia. Se han hecho indispensables en agricultura, pero al mismo tiempo ya se empieza a advertir los daños que ocasionan a la naturaleza. En principio se distingue entre *insecticidas* (contra insectos dañinos), *herbicidas* (contra malas hierbas) y *germicidas* (contra los gérmenes nocivos. Desde el punto de vista químico, los biocidas son de muy diversos tipos. Los más conocidos son quizá los *derivados del DDT*. Se han utilizado durante mucho tiempo, pero cada vez se ven más desplazados por medios más modernos y efectivos que contienen a menudo fósforo y actúan de manera similar a ciertos gases asfixiantes. Algunos contienen mercurio, especialmente los que se añaden a ciertas semillas, para evitar el ataque de hongos dañinos y bacterias. Las combinaciones tóxicas de mercurio se utilizan en tan gran escala sobre todo porque su producción resulta relativamente económica. No obstante, provocan en el reino animal efectos tan nefastos que se ha comenzado a utilizar otros medios, ciertamente más caros pero menos peligrosos.

Los biocidas no sólo se emplean en agricultura. Los *preparados a base de hormonas* actúan sobre ciertas plantas, haciéndolas crecer hasta el punto de que se destruyen a sí mismas; estos preparados se utilizan, p. ej., cuando se quieren conservar las cunetas libres de vegetación. Los medios químicos de lucha gozan de enorme difusión. Para evitar el ataque de los parásitos, se rocía con insecticidas los frutales y los arbustos de bayas; las malas hierbas del jardín se exterminan por medio de herbicidas que pueden ser rociados presionando un simple vaporizador, etcétera.

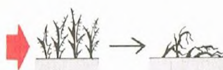
Se ha demostrado que varios de los productos químicos tóxicos que el hombre dispersa no se descomponen, sino que se van acumulando en el terreno o en los organismos animales. Debe considerarse que, de este modo, muchas de estas sustancias pueden llegar a alcanzar con el tiempo un nivel de concentración que influya seriamente en los procesos biológicos. Por ello, es preciso llevar a cabo una profunda investigación sobre la acción prolongada de los biocidas y, en todo caso, utilizarlos de manera controlada y responsable. A pesar de las desventajas que acarrean, no nos es posible prescindir de los medios químicos; se ha calculado que, en el mundo, los daños ocasionados en las cosechas, por el ataque de parásitos, alcanzan la considerable cifra de un billón y medio de pesetas anuales.





Las plantas son protegidas
Sobre los campos cultivados, el avión esparce nubes de productos químicos que protegerán las cosechas contra el ataque de insectos, hongos, bacterias y malas hierbas (arriba).





Las plantas son exterminadas
A veces hay motivos para exterminar o, al menos, disminuir por pulverización la vegetación en ciertos lugares, por ejemplo, en las cunetas o en los lagos cuyos cañaverales proliferan demasiado. En estos casos se utilizan principalmente preparados a base de hormonas.

También los particulares recurren a medios de lucha venenosos. Para evitar el ataque de los parásitos se rocían con insecticidas los árboles frutales; para quitar las malas hierbas del césped, éste se rocía localmente con herbicidas; y como protección contra los insectos domésticos se utilizan diversos insecticidas.



pinnípedos (focas)
hiénidos (hienas)
mustélidos (martas)
cánidos (perros)
félidos (gatos, tigres)
úrsidos (osos)
primates
roedores
ungulados
carnívoros
mamíferos primitivos

Evolución
Los primeros carnívoros aparecieron probablemente a principios de la Era Terciaria, hace unos 80 millones de años. Los carnívoros tienen el mismo origen que los ungulados. El grupo al que pertenece el hombre, los primates, procede de otra ramificación. Los carnívoros actuales se dividen en varios grupos cuyo parentesco todavía no está completamente aclarado.

VERTEBRADOS CARNIVOROS

Los devoradores de carne

La época de mayor esplendor de los saurios gigantescos fue el período Cretáceo. Cuando se extinguieron comenzó el desarrollo de los mamíferos. Las especies primitivas se diferenciaron en varias líneas. De un tronco común se derivaron los *carnívoros* y los *ungulados*. Los primeros carnívoros tenían cierta similitud con los insectívoros actuales. Fueron evolucionando, y hace unos 20 millones de años ya existía la mayoría de los grupos de carnívoros de la actualidad. Característica común de todos ellos es, como su nombre indica, que se alimentan principalmente de carne. Su *dentición* está bien adaptada para esta dieta. Con sus poderosos colmillos apresan y despedazan a su víctima. Los cortantes molares actúan como las hojas de una tijera, desmenuzando la carne en pedazos que



Carnívoros prehistóricos
Se ha identificado a muchos de los carnívoros primitivos, como el macairodonte, de enormes colmillos, el gran oso de las cavernas –caza preferida del hombre prehistórico– y el hienodonte que, a pesar de su parecido con las hienas, no es su directo predecesor.



guepardo con su víctima

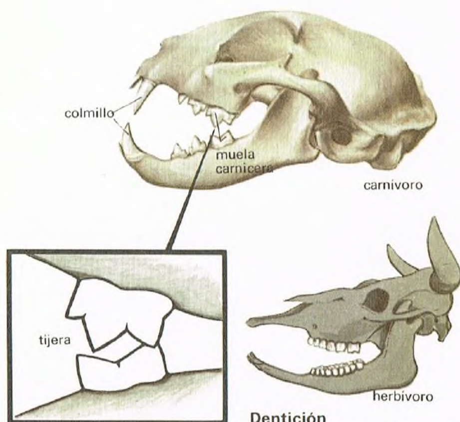
luego tragan enteros. Los carnívoros no mastican nunca su alimento. Los molares situados en la parte más interior de la boca pueden tener conformación variable, como sucede con los de los osos y perros.

La carne es más fácil de digerir que los vegetales. Por ello, los carnívoros no precisan poseer un *aparato digestivo* tan desarrollado como el de los herbívoros. El estómago de aquéllos es de constitución más simple y el intestino, más corto que en éstos.

Los carnívoros poseen formas de vida muy distintas a las de los herbívoros, que obtienen con facilidad sus alimentos. Su *vista* y *oído* están muy desarrollados y su *sistema nervioso,* bien organizado, lo que, junto con su *rapidez,* los hace aptos para la caza. La mayoría de ellos sólo apoyan los dedos en el suelo, por lo que su marcha es ágil y ligera. Sin embargo, existen especies, p. ej. el tejón y el oso, que apoyan todo el pie, lo que hace más pesada su marcha.

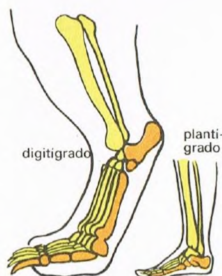
Entre los carnívoros actuales pueden distinguirse dos grupos principales: el primero formado por los *cánidos* (perros), *úrsidos* (osos) y *mustélidos* (martas); y el segundo, por los *hiénidos* (hienas) y *félidos* (gatos, tigres, etc.). Los *pinnípedos* (focas), que viven en el agua, tienen rasgos especiales que hacen inviable su inclusión en uno de los grupos anteriores.

En la cadena alimentaria de la naturaleza, las plantas sirven de alimento a los animales herbívoros, y los carnívoros se sustentan de herbívoros e incluso de otros carnívoros. Normalmente en la naturaleza existe un equilibrio entre los animales carnívoros y los que constituyen sus presas.



Dentición

Si los instrumentos de masticación de los herbívoros son planos y trituradores, la dentadura de los carnívoros es afilada. Sus incisivos y colmillos son adecuados para apresar a la víctima. Los molares actúan como tijeras, desgarrando la presa. La muela carnicera es particularmente cortante.



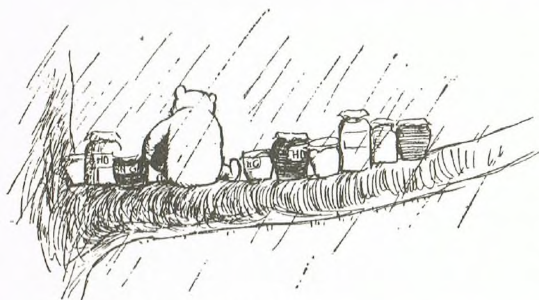
Pies y garras

La mayoría de los carnívoros son digitigrados, es decir, sólo apoyan en el suelo los dedos. En cambio el hombre apoya el pie entero, incluso el talón. Los carnívoros poseen de 4 a 5 dedos casi siempre provistos de agudas garras. Los félidos pueden esconder éstas en la piel de los dedos.



La caza del oso

El oso es un animal «inteligente» y extraordinariamente fuerte. Son innumerables las narraciones de cacerías de osos en las que los cazadores se han enfrentado con un gigante que, al ser herido, se ha convertido en una terrible fiera. Arriba, cuadro que representa la cacería de un oso.



Costumbres alimenticias del oso

Hay numerosos cuentos, canciones infantiles y fábulas que tienen como protagonista a un oso. En ellos se hace referencia a la gran variedad de alimentos que suele consumir este animal. El oso ingiere una alimentación muy variada, a pesar de ser carnívoro. Además de pequeños roedores y crías de aves, se nutre de hierba tierna, plantas jugosas, bayas y miel.





El osito de felpa

Uno de los juguetes más queridos de los niños es el suave oso de felpa, protagonista de numerosas narraciones infantiles. Parece ser que los niños encuentran instintivamente alguna caracteristica maternal en la suavidad del juguete. Los primeros ositos de felpa estaban inspirados en el koala (ver Mamíferos, 6), que no es un carnívoro, sino un marsupial.

Los úrsidos

Entre los carnívoros con aspecto de oso suelen distinguirse dos familias: los *prociónidos* y los *úrsidos*. Los primeros son carnívoros más caracterizados que los segundos, ya que estos últimos pueden considerarse omnívoros. Ambas familias poseen los colmillos más imperfectos que los demás carnívoros y, a diferencia de la mayoría de éstos, son plantígrados, es decir, al andar apoyan en el suelo todo el pie.

Al grupo de los úrsidos pertenecen, entre otros, el *oso pardo*, el *oso polar* y el *oso grizzly*. En otro tiempo el *oso pardo* estuvo extendido por toda Europa, siendo ahora escaso. Se alimenta de ordinario de vegetales y pequeños animales, pero entre los individuos adultos hay algunos que prefieren presas de tamaño mediano. Al cazar, derriba de un terrible zarpazo a su presa. Pasa el invierno en cuevas, donde cría. En general la hembra pare dos oseznos que hasta la edad de dos años no suelen separarse de la madre.

En Norteamérica los osos más extendidos son el *baribal* y el oso *negro*. En las zonas boreales de las Montañas Rocosas y en Alaska se encuentra el *oso grizzly*. Se sustenta sobre todo de animales terrestres, pero en los ríos captura además salmones, como hace el *oso de Alaska*, el más voluminoso. Le sigue en tamaño el *oso polar*, que vive en las costas del océano Glacial Artico. A veces se aleja de la costa montado en témpanos, pero, gracias a sus cualidades de buen nadador, retorna con facilidad al litoral. Es un típico carnívoro y se sustenta principalmente de focas, a las que acecha junto a sus agujeros en el hielo. Su pelaje se confunde perfectamente con el medio exterior, por lo que puede acercarse fácilmente a sus víctimas, sin ser descubierto por ellas.

Los *prociónidos* no son tan voluminosos, y su aspecto difiere del de los úrsidos. El *coatí*, con su larga nariz y su porte afable, no recuerda en nada a un oso. El *mapache* es originario de Norteamérica. Se mantiene cerca del agua; tiene la curiosa costumbre de lavar los alimentos, antes de devorarlos. El *panda* gigante se descubrió hace escasamente cien años; habita en las regiones occidentales de China. Como se alimenta de bambú y esta planta posee escaso valor nutritivo, precisa ingerir grandes cantidades. Cuando hacia los años 30 llegó a los EE.UU. un ejemplar de este animal despertó gran interés y sirvió de modelo a las historietas seriadas de Andy Panda. En la actualidad está prohibida su caza dado que la especie se halla en peligro de extinción.

oso grizzly

oso polar

oso pardo

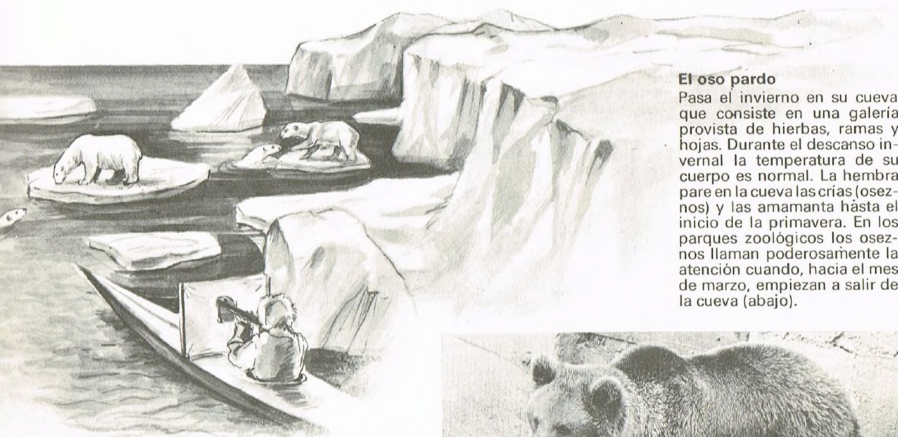
mapache

panda gigante

coatí

Hábitat de los osos

Dentro de los carnívoros figuran, además de los úrsidos, los prociónidos, cuyo aspecto recuerda vagamente a los osos. Entre los primeros, el oso pardo vive en España, los Cárpatos, los Balcanes y en el norte de Europa y Asia. El oso grizzly habita en el noroeste de Norteamérica, y el oso polar, en el océano Glacial Artico. Entre los prociónidos figuran el mapache, de Norteamérica, el coatí sudamericano y el panda, de China y el Himalaya. Debido a la intensa caza de que han sido objeto, muchas razas de osos están casi exterminadas.



El oso pardo

Pasa el invierno en su cueva que consiste en una galería provista de hierbas, ramas y hojas. Durante el descanso invernal la temperatura de su cuerpo es normal. La hembra pare en la cueva las crías (oseznos) y las amamanta hasta el inicio de la primavera. En los parques zoológicos los oseznos llaman poderosamente la atención cuando, hacia el mes de marzo, empiezan a salir de la cueva (abajo).



El oso polar

El oso polar realiza largos desplazamientos sobre témpanos de hielo, p. ej., desde las islas Spitzberg hasta Islandia. Es un excelente nadador y un hábil cazador de focas; a su vez, es cazado por el hombre. Para ello los esquimales emplean en ocasiones *kayaks,* escondiéndose detrás de una pantalla blanca o un objeto similar.



Un pequeño carnívoro

Los mustélidos pequeños son rápidos y feroces. Se deslizan silenciosamente hacia sus víctimas, atacándolas con un mordisco dirigido a la nuca o a la vena yugular. Se alimentan principalmente de pequeños roedores. Una especie domesticada, el hurón, se emplea para la caza del conejo (arriba). El ejemplar de la fotografía es albino, y sus ojos son rojos.





Pieles de invierno y de verano

El armiño cambia el color de su pelaje según la estación del año. En invierno es totalmente blanco, a excepción de la punta de la cola, que es negra. En verano es pardo rojizo, con el vientre blanco o blanco amarillento, y el extremo de la cola, negro. En las zonas donde nunca cae nieve el armiño mantiene durante todo el año el mismo color.



Nutrias jugando

En países septentrionales, es un divertido espectáculo contemplar a las juguetonas nutrias retozando en la nieve o bien patinando por una pendiente resbaladiza. Sin embargo, no son tan populares entre los pescadores, ya que dejan sin pescado las aguas y, a menudo, al quedar presas en redes u otros instrumentos de pesca, los destruyen.

Los mustélidos

Los mustélidos son animales de pequeña o mediana talla que, en su mayoría, poseen cuerpo alargado y ágil, patas cortas y agudas garras. Muchos son hábiles trepadores, mientras que otros son excelentes nadadores. Los mustélidos comprenden, entre otras especies, las *martas, tejones* y *nutrias*. Las *martas* son pequeñas, rápidas y a veces un tanto irascibles; se alimentan principalmente de carne. Su piel es suave y fina, en especial la de la *cibelina;* el *armiño* y el *visón* son otros mustélidos muy codiciados por la industria peletera. La *marta común* es un animal de bosque, que se encarama con frecuencia a las copas de los árboles, donde captura a su principal presa, la ardilla. Se alimenta también de pájaros, huevos, insectos y bayas. La *cibelina* habita en terrenos rocosos y boscosos de Siberia, y se alimenta de animalillos terrestres, así como de peces y de miel. Su piel es de gran valor. No lo es menos la del *armiño,* animal que cambia el color del pelaje con la estación anual. En invierno su piel es blanca, a excepción de la punta de la cola, que es negra. Antiguamente esta piel invernal se utilizó para confeccionar los mantos reales de los monarcas. Al igual que el *turón,* el armiño, al ser irritado, expulsa de las glándulas anales una sustancia maloliente. El turón vive en bosques densos, junto a corrientes acuáticas, alimentándose de ranas, ratones, serpientes y pájaros. Un pariente cercano suyo es el *hurón,* que se domestica para la caza del conejo. A causa de su suave piel, el *visón americano* se cría en granjas, en todo el mundo. La piel del *visón europeo* es todavía más fina. El armiño, turón, hurón y los visones son animales muy afines a la *comadreja.*

El *glotón* es un próximo pariente de las martas, vive principalmente de la caza de animales pequeños y también se alimenta de bayas.

El *tejón,* con sus características rayas claras en el pelaje negro, es plantígrado y omnívoro. Un mustélido afín al tejón es la *mofeta,* conocida principalmente por la secreción hedionda que expulsa cuando pretende librarse de sus enemigos. Existen especies de tejones en Eurasia y en Norteamérica. La mofeta es exclusivamente americana.

La *nutria* vive en agua dulce, aunque existe una especie marina; se alimenta principalmente de peces. Tiene una membrana entre los dedos y nada hábilmente. Su piel es fuerte y valiosa. Se encuentran *nutrias marinas,* entre otras zonas, en el mar de Bering, donde alumbran a sus crías en bancos de algas flotantes.



armiño



marta



cibelina



glotón



tejón europeo



mofeta



mangosta



nutria



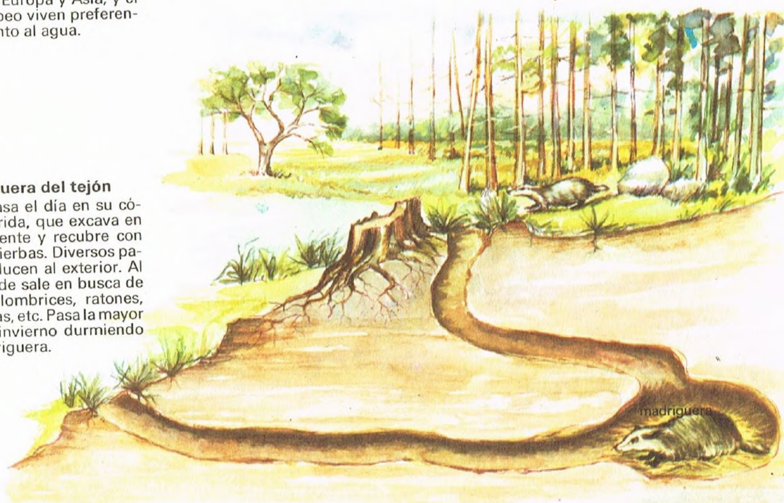
turón

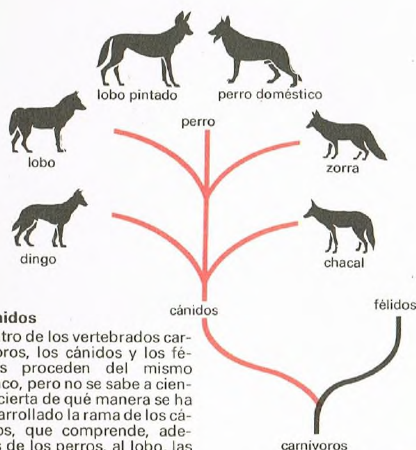
Mustélidos

La serie de mustélidos que podemos contemplar en el grabado adjunto empieza con tres animales de valiosa piél: el armiño, que se encuentra en Europa, Asia y Norteamérica; la marta, que se halla en Europa y Asia, y la cibelina, que habita en Siberia. A continuación figuran el glotón, que vive en las partes septentrionales de Europa, Asia y Norteamérica; el tejón, del que se ilustra la especie europea, y la mofeta, que habita en Norteamérica; las mangostas, asiáticas o africanas, pertenecen a otra familia vecina. La nutria, que se encuentra en Europa y Asia, y el turón europeo viven preferentemente junto al agua.

La madriguera del tejón

El tejón pasa el día en su cómoda guarida, que excava en una pendiente y recubre con musgo y hierbas. Diversos pasillos conducen al exterior. Al caer la tarde sale en busca de alimento: lombrices, ratones, setas, bayas, etc. Pasa la mayor parte del invierno durmiendo en la madriguera.





Cánidos
Dentro de los vertebrados carnívoros, los cánidos y los félidos proceden del mismo tronco, pero no se sabe a ciencia cierta de qué manera se ha desarrollado la rama de los cánidos, que comprende, además de los perros, al lobo, las zorras, el dingo y los chacales.



La zorra y la gallina
La zorra es un animal de presa, que no se arredra por la proximidad de viviendas humanas. Se alimenta principalmente de pequeños roedores, pero también husmea por los montones de basuras, a fin de encontrar algo comestible, y a veces se introduce en el gallinero, en busca de una buena presa. A diferencia del lobo y el lobo pintado, la zorra caza sola.



El lobo pintado cazando
El lobo pintado, o perro hiena de El Cabo, caza en manada. Mientras uno de los individuos acosa a la presa, el resto le sigue a distancia. Al cansarse aquel, entra en acción otro, y así sucesivamente hasta que la presa queda totalmente extenuada. Las víctimas suelen ser antílopes y cebras.

Los cánidos

A pesar de la existencia de muy diversos tipos de cánidos, todos ellos se asemejan bastante entre sí. Suelen ser digitígrados y poseer altas patas, mandíbulas alargadas y larga cola. No les es posible encaramarse a los árboles, sino que deben moverse solamente por el suelo, siendo, en su mayoría, buenos corredores. Su dieta se compone casi exclusivamente de carne. Los cánidos son muy prolíficos y se hallan extendidos en grandes zonas de la superficie terrestre.

Del *perro doméstico,* fiel acompañante del hombre, existe un gran número de razas dotadas de distintas cualidades. No sólo se le emplea como animal de compañía, sino también como perro de caza, pastor, policía, guardián o bien perro lazarillo para ciegos (véase el artículo Perros). No se sabe exactamente el origen del perro doméstico, pero todo hace suponer que en su ascendencia han figurado los lobos.

También existen *perros salvajes.* El *perro hiena* o *lobo pintado* africano es conocido por sus feroces cacerías en manada. Llega a intimidar incluso a los búfalos. Por el contrario, el *dingo,* perro salvaje de Australia, se cree es de origen doméstico. Suele merodear por las calles de las ciudades y pueblos, viviendo de los restos de comida que encuentra.

El *lobo,* figura terrorífica de muchos cuentos y narraciones populares, ha sido perseguido sin compasión, a causa de las víctimas que ocasiona entre el ganado, por lo que su número ha quedado considerablemente mermado. Es un típico animal de manada. Dentro de la misma rige un severo orden jerárquico en el que el jefe domina sobre sus súbditos, incluso por la fuerza, si es preciso.

El *chacal* es un animal de la estepa, aficionado a comparecer de noche en zonas habitadas, para hacer sus presas entre los animales domésticos, como gallinas, cabras o carneros. Afín al chacal y al lobo es el coyote, que habita en las praderas de Norteamérica.

La *zorra* es conocida por su astucia, a la que hacen referencia multitud de narraciones y fábulas. Es maestra en urdir estratagemas y muestra una gran sagacidad para lograr hacerse con un buen bocado en el gallinero, a pesar de las cercas. En su madriguera excava varios corredores, a fin de disponer, en todo momento, de un conducto de retirada libre. Las crías nacen en abril, y en junio ya están preparadas para acompañar de cacería a la madre. La zorra plateada y la raza «azul» de la zorra polar proporcionan pieles valiosas. Otras zorras, notables por sus grandes orejas, viven en desiertos.

zorro ártico

zorra europea

coyote

lobo

dingo

fenec

lobo pintado

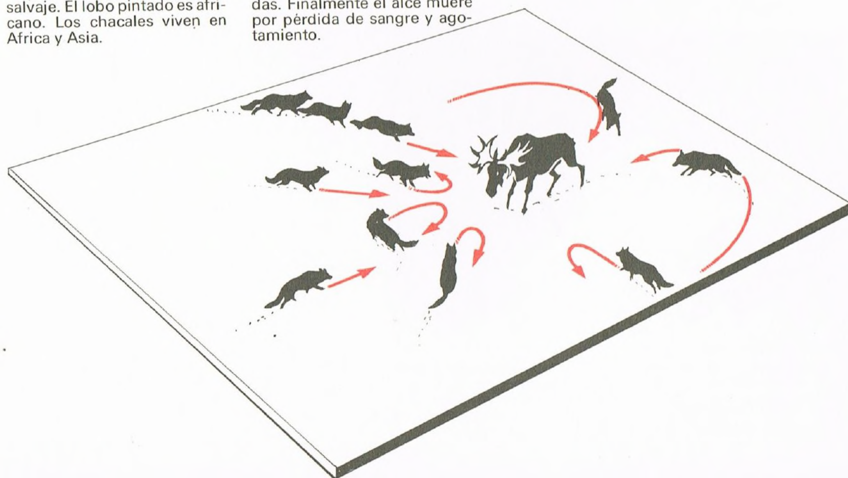
chacal

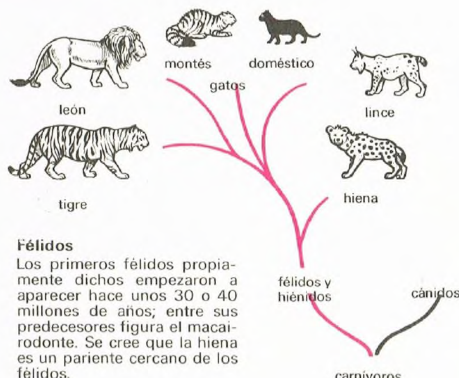
Hábitat de los cánidos

El zorro ártico se halla localizado en el hemisferio norte, en el casquete polar; la zorra roja está extendida por toda Europa, Asia y norte de Africa; el fenec, por el Sahara y Arabia. El lobo común habita en Norteamérica, Europa y Asia. El coyote vive en las praderas norteamericanas. El dingo australiano es probablemente un perro que ha vuelto a la vida salvaje. El lobo pintado es africano. Los chacales viven en Africa y Asia.

El lobo cazando

El lobo es un típico animal de manada, que ataca a la caza mayor, como renos y alces. La manada se dispersa en torno a la victima, p. ej. un alce, que fija su atención en los lobos que le atacan por delante. Mientras el alce se defiende con los cuernos y las pezuñas delanteras, los demás lobos le acometen por detrás, hiriéndole con incesantes dentelladas. Finalmente el alce muere por pérdida de sangre y agotamiento.





Félidos
Los primeros félidos propiamente dichos empezaron a aparecer hace unos 30 o 40 millones de años; entre sus predecesores figura el macairodonte. Se cree que la hiena es un pariente cercano de los félidos.



Manchas protectoras
Gracias a su piel moteada, el leopardo se confunde con los claroscuros que reinan en las copas de los árboles, donde gusta de permanecer. También suele subir sus víctimas a los árboles, a fin de que ni la hiena ni otros comensales ingieran lo que él no puede devorar inmediatamente.



Colaboración de camuflaje
Existen varias razas del mayor de los félidos, el tigre. Todas tienen rayada en mayor o menor grado su piel, factor que contribuye a hacerlos casi imperceptibles cuando se mueven por los matorrales espesos de la selva y riberas de corrientes acuáticas. Arriba, un tigre de Bengala.

Los félidos

Todos los félidos son carnívoros especializados que se alimentan de vertebrados de sangre caliente. Cazan a la caída de la tarde o por la noche, deslizándose silenciosamente, con suaves y ágiles movimientos, hacia su presa. Sus ojos están bien preparados para la visión nocturna. La pupila de los félidos de mayor tamaño es circular, pero la del gato doméstico y otras especies menores tiene forma de rendija. Las garras son muy agudas y curvadas. A menudo los gatos las afilan arañando el tronco de un árbol. La mayoría de los félidos poseen en las patas sacos de piel donde retraen sus garras, para conservarlas afiladas. Cuando las utilizan lo hacen con una eficacia sorprendente.

Dentro de los félidos es muy difícil determinar las razas más afines, ya que son un grupo de constitución muy uniforme. Normalmente suelen dividirse en un gran grupo constituido por los más conocidos: *gato doméstico, león, tigre, jaguar, puma* y *leopardo,* y dos grupos menores: los *linces* y el *guepardo.*

El *gato doméstico* existía en Egipto hace ya 4000 años. Se cree que procede del *gato nubio,* que todavía existe en Africa, Arabia y Siria. Posiblemente haya sido cruzado con otras razas, como el *gato montés europeo* (véase artículo Gatos).

El *león,* rey de los animales, puede alcanzar 3 m de longitud, incluyendo la cola, y pesar unos 180 kg. En muchas zonas ha sido exterminado por los cazadores, pero recientemente se le ha deparado un refugio en las reservas naturales africanas. Cuando un león ataca a un hombre se debe, por lo común, a que ha sido herido por un disparo o a que es ya muy viejo y no le es posible cazar con facilidad sus presas habituales.

El *tigre* pertenece al grupo de los félidos de mayor tamaño. Pero varía mucho la longitud en las distintas razas. El tigre oriental siberiano puede alcanzar, incluyendo la cola, casi los 4 m, mientras que el tigre de Bengala (indio) apenas supera los 3 metros.

Tanto el *guepardo* como el *lince* tienen las patas más largas que los demás félidos. Todos los animales del grupo de los félidos se desplazan velozmente, pero el más rápido es el guepardo. Con su velocidad máxima de 110 kilómetros por hora, puede alcanzar fácilmente a los veloces antílopes. Vive en las estepas de Africa y en el sur de Asia. El lince se caracteriza por su corta cola y sus orejas puntiagudas.

La piel de los félidos suele tener bellos dibujos, por lo que se la emplea para confeccionar pellizas que alcanzan en el mercado un alto precio.

gato montés

lince

puma

pantera negra

jaguar

león

tigre

guepardo

leopardo (pantera)

Hábitat de los félidos

El lince habita en España, en el este de Europa y en Asia occidental. El gato montés europeo vive, entre otras zonas, en el sur de Europa y en Turquía. El puma se encuentra tanto en el norte como en el sur de América; el jaguar, en el centro y sur de este continente. El guepardo y el leopardo (pantera) moran en Africa y Asia. En cambio, la pantera negra está localizada en Java y Sumatra. El león se encuentra solamente en Africa y en el este de la India; el tigre, en Asia.

El rey de los animales, y sus invitados

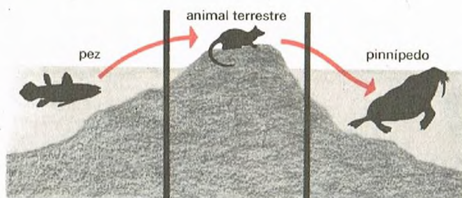
El león vive generalmente en grupo. Durante el día suele descansar a la sombra de un árbol, tras una noche de cacería. La presa abatida —quizás un antílope o una jirafa— se encuentra al alcance de los leones que pertenecen al mismo grupo. En las cercanías, algunos comensales, como hienas, chacales y buitres, esperan los restos del banquete.

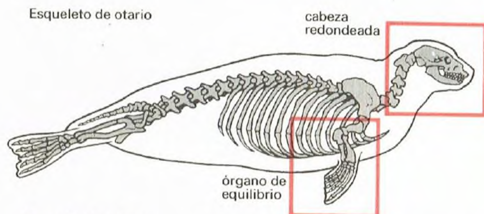
buitres

chacales

león con presa

hienas





Los pinnípedos

Los pinnípedos o focas son un grupo de vertebrados carnívoros que se han adaptado a la vida acuática. Nadan con ayuda de sus cortas y anchas extremidades: las posteriores se sitúan en la extremidad del cuerpo y realizan la función de timón; las delanteras sirven de órgano de equilibrio. La cabeza de estos animales, al ser redondeada y poseer un pabellón auditivo muy reducido o carecer de él, ofrece escasa resistencia al agua. Las focas derivaron de los vertebrados terrestres. Como éstos, evolucionaron a partir de peces que adoptaron una forma de vida terrestre; las focas recuperaron posteriormente su condición de animales acuáticos.



La caza de la foca

A causa de su grasa y de su valiosa piel, la foca ha sido siempre muy codiciada por el hombre, que ha dedicado intensos esfuerzos a la captura de este animal. Por esta razón, hay especies que están amenazadas de extinción, por lo que recientemente se ha empezado a protegerlas mediante vedas. Los cazadores se arrastran silenciosamente pegados al suelo hasta que tienen a tiro al animal. Otro método es el «mazazo». El cazador, vestido con ropas claras o portando delante suyo una pantalla blanca, se aproxima sin ser visto al animal y lo mata o aturde de un mazazo en la cabeza.

Los pinnípedos

El grupo de los pinnípedos abarca unas 35 especies que viven en mares templados o fríos. Como mamíferos que son, para respirar se ven obligados a salir periódicamente a la superficie. Duermen bajo el agua, pudiendo permanecer sin respirar unos 35 minutos. Sus extremidades están transformadas en aletas y pueden sumergirse hasta una profundidad de 200 m. Como protección contra el frío poseen bajo la piel una gruesa capa de grasa. Las focas se alimentan principalmente de peces, mejillones, crustáceos, etc. Su peor enemigo es el hombre, que ha reducido notablemente el número de estos animales. Por lo demás, prácticamente sólo están amenazadas por el oso polar y la orca. Los pinnípedos comprenden los grupos de *otarios, morsas* y *focas.*

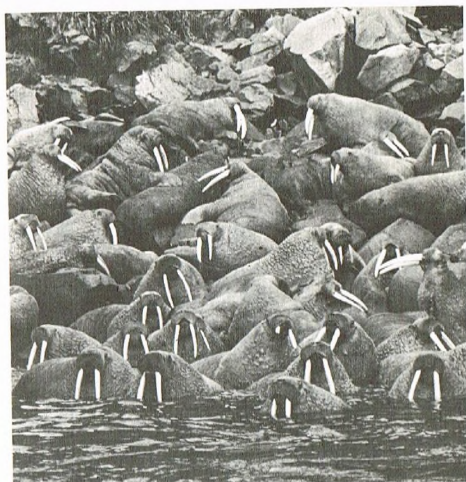
Los *otáridos* son los únicos pinnípedos con pabellón auditivo, aunque éste es muy pequeño. Dentro de este grupo figuran los *osos marinos* y los *otarios.* A lo largo de las costas de California vive una especie de otario que se ha hecho especialmente famosa por su inteligencia y por su tolerancia a la cautividad, en parques zoológicos o en circos. Otra especie, el *oso marino,* por sus rugidos y su pelaje, recuerda al oso.

La *morsa* puede alcanzar 4 m de longitud. Algunos investigadores consideran que la morsa del mar de Bering es una especie distinta, pero probablemente se trata de una variante de la morsa común.

Las *focas* propiamente dichas pueden cerrar sus orificios nasales y auditivos, cuando se hallan bajo el agua. La *foca gris* vive en el Atlántico, mar del Norte y Báltico. En el Báltico los vástagos nacen en los témpanos flotantes. La *foca común* pare sus crías en verano. Estas son muy precoces; pocas horas después de nacer pueden introducirse en el agua y nadar perfectamente. La foca de *Groenlandia* habita, en grandes manadas, a gran distancia de las costas árticas, siendo muy perseguida por su valiosa piel. Dentro de las auténticas focas debe incluirse también al *elefante marino,* que alcanza longitudes de hasta 5 m. Su nombre se debe a la forma de la nariz, la cual, a medida que el animal envejece, aumenta su parecido con el de una trompa.

Además de las focas, existen otros mamíferos, como las ballenas, delfines y sirenios, que también se han adaptado a la vida acuática. Sin embargo, estas especies empezaron mucho antes su desarrollo y evolución, por lo que han podido adaptarse mejor que las focas a la vida en el agua. (Véase Ballenas y otros cetáceos.)





El otario

Los otarios viven en el océano Pacífico. Muchos de ellos emprenden largas migraciones, pero en la estación del apareamiento retornan al mismo sitio: alguna isla perdida en el mar; los machos son los primeros en llegar. Allí las hembras dan a luz a sus vástagos; los machos procuran reunir un «harén» lo mayor posible para asegurar la descendencia del siguiente año.


otario

La morsa y otras especies

La morsa (arriba) permanece en el Atlántico Norte y océano Glacial Artico. Los caninos de su maxilar superior son alargados, formando fuertes colmillos que le ayudan a extraer del fondo marino mejillones y otros moluscos de que se sustenta. En invierno, cuando los hielos cubren el mar, puede llegar a efectuar desplazamientos de varias decenas de kilómetros, buscando un agujero en el hielo. La morsa mantiene una armoniosa vida familiar: macho y hembra se muestran un gran afecto; de ordinario, se sitúan juntos en las manadas. Si una de sus crías cae al agua, es rápidamente ayudada por un individuo adulto. Abajo podemos ver algunas de las focas más importantes. El oso marino vive en el estrecho de Bering; el voluminoso elefante marino, en los mares del Sur, y la foca de Groenlandia, en el océano Glacial Artico. La foca de anillos habita en el Báltico; la foca gris suele encontrarse en el mar del Norte y en el Báltico.


morsa

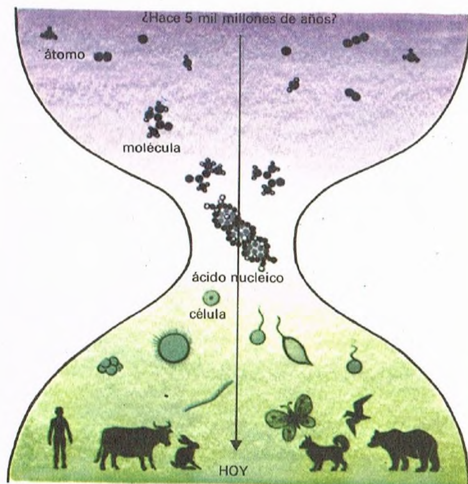

oso marino


elefante marino


foca de Groenlandia


foca de anillos


foca gris



Del átomo a la vida
Un átomo simple (p. ej. de hidrógeno) no guarda parecido con un animal evolucionado. Pero puede seguirse el camino que, a través de millones de años, ha llevado desde los simples átomos, que al reunirse forman moléculas sencillas, hasta las complicadas moléculas en cadena, como las de los ácidos nucleicos, para finalmente llegar a ser materia viva de organización cada vez más perfecta.

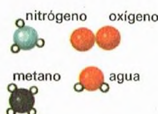
VIDA

El origen de la vida

La larga serie de procesos que tuvo lugar hasta la formación de la primera célula no ha dejado rastro alguno visible. Sus primeras fases quedan a merced de conjeturas más o menos fundamentadas; ha habido muchas teorías sobre el origen de la vida en nuestro planeta. Según la Biblia, en el comienzo de los tiempos Dios creó simultáneamente todas las plantas y animales superiores, a partir de materia inerte. Estas formas superiores pudieron después reproducirse por sí mismas. Por el contrario, una creencia popular muy extendida pretendía que todos los organismos inferiores se habían originado por generación espontánea, o formación continua a partir de materia inerte (se creía, p. ej., que la arena del mar producía almejas, y que las moscas surgían de los cadáveres de los animales).

La investigación moderna nos ha hecho abandonar estas creencias. Ahora consideramos que la vida es el resultado de una complicada evolución que duró centenares de millones de años.

Como característica de los organismos vivos suele indicarse, p. ej., la capacidad de reproducirse, alimentarse y moverse. También puede decirse que un organismo vivo es un sistema quimicofísico muy complicado que, con ayuda de energía recogida del exterior, puede conser-



moléculas simples



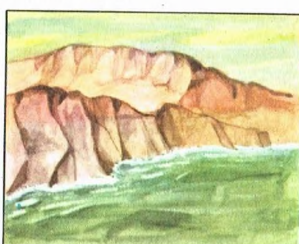
moléculas complejas



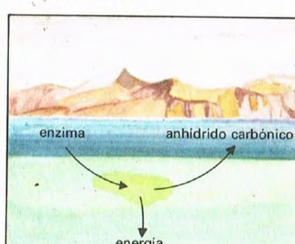
moléculas proteicas



Cómo se creó la vida?
En estas figuras se ilustra una de las teorías sobre la aparición de la vida. En la Tierra primitiva tenía lugar una intensa actividad volcánica y eléctrica. La atmósfera contenía, por ejemplo, anhídrido carbónico, metano, nitrógeno, hidrógeno y oxígeno.



Aminoácidos
Los elementos de la atmósfera y de la corteza terrestre reaccionaron entre sí, formando moléculas más complicadas, por ejemplo los aminoácidos. Para ello se precisaba energía, que quizá se tomó de las descargas de la atmósfera o de la luz solar.



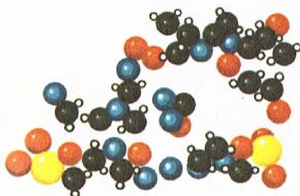
Proteínas y obtención de energía
Los aminoácidos libres comenzaron a unirse y a formar proteínas, algunas de las cuales eran enzimas. Estas catalizaron la descomposición de otras moléculas complejas, con lo que se obtenía anhídrido carbónico y energía.

var su estructura y complejidad. No obstante, es difícil fijar el límite exacto entre materia viva e inerte. Aún hoy existen seres a los que es difícil incluir en una u otra categoría. Los virus, por ejemplo, fuera de las células parecen sustancias químicas, pero se multiplican cuando han penetrado en determinadas células vivas. Algunos investigadores consideran que los virus son genes libres; en tal caso habría aún más razones para considerarlos como predecesores de las células. Los científicos no consideran que la vida pueda volver a aparecer hoy de manera espontánea. Tal evolución desde sustancias simples, pasando por complicadas moléculas, hasta la célula viva, sólo pudo darse bajo condiciones ambientales muy distintas a las que hoy existen sobre la Tierra (otra atmósfera, probablemente temperatura mucho más alta, etc.). El paso decisivo para el origen de la vida fue la creación de un sistema que, para su mantenimiento, pudiese tomar energía del medio. La evolución fue química hasta la primera célula, siendo después biológica; esta última dio por resultado organismos pluricelulares con una organización superior. Pero todavía no conocemos a fondo el origen de la vida, ni sabemos cómo ni por qué los complejos sistemas químicos pasaron a ser células vivas.



«Generación espontánea»
La vida se perpetúa a partir de la vida, es decir, por reproducción sexual o asexual. Pero en la Antigüedad se creía que los animales inferiores podían nacer de materia muerta, p. ej. de plantas o animales en putrefacción.

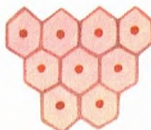
La figura superior muestra un grabado del s. XIV, en el que se ilustra la generación de avispas por un caballo muerto. La teoría de la «generación espontánea» perduró hasta el siglo XIX, abandonándose gracias a los trabajos de Pasteur



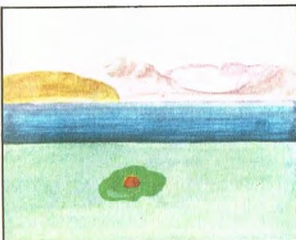
molécula de DNA



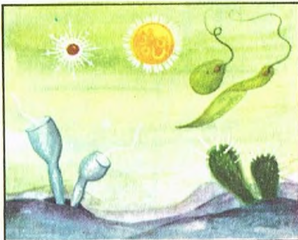
organismo unicelular



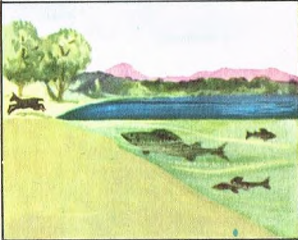
organismo pluricelular



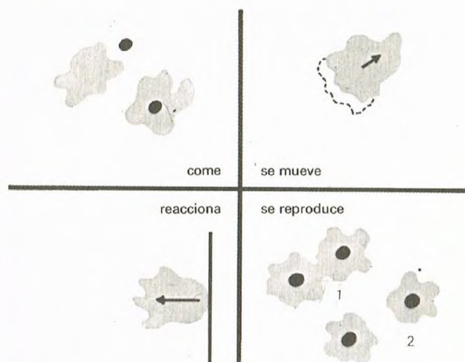
En el límite de la vida
En los sistemas precelulares formados por proteínas, los ácidos nucleicos (DNA y RNA) comenzaron a agruparse formando un núcleo. Estamos entonces en el límite de la vida, ya que los ácidos nucleicos controlan los procesos vitales de las células.



Vida unicelular
Es difícil fijar un límite exacto entre la materia viva y la inerte. Pero se considera que los primeros organismos completos fueron ciertos seres unicelulares, con caracteres de planta y de animal, y que eran capaces de alimentarse y reproducirse.



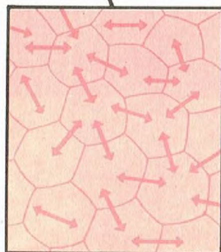
Vida pluricelular
Los organismos unicelulares formaron colonias. En éstas tuvo lugar una distribución del trabajo. Las células se hicieron cada vez más interdependientes; por fin nacieron los organismos pluricelulares que siguieron evolucionando y perfeccionándose.



Características de la vida
Es difícil definir lo que entendemos por vida. No obstante, todos los seres vivos tienen ciertas características que los diferencian de la materia inerte. Asimilan alimentos, se mueven, reaccionan a los estímulos, crecen y se reproducen. Ya en los organismos unicelulares, como la amiba de la figura superior, se hallan estas características de la vida. Pero hay también organismos de naturaleza intermedia entre lo vivo y lo inerte, que sólo tienen algunas de las características mencionadas. A éstos pertenecen los virus, que, por ejemplo solamente pueden reproducirse cuando han penetrado en las células de otros organismos.

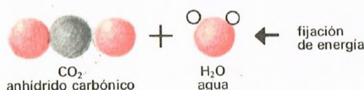


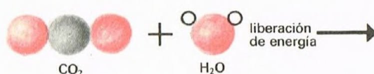
Colaboración de las células
Todas las manifestaciones de vida ponen en marcha una serie de procesos en el interior de las células de nuestro cuerpo, y entre ellas mismas. Por ejemplo, cuando la muchacha de la figura superior va a coger la manzana, las células del cerebro registran la impresión visual, determinan que debe cogerse la manzana y, a través del sistema nervioso, ordenan a las células musculares del brazo y de la mano que ejerciten su actividad. Para ello se precisa energía que se obtiene de la combustión de sustancias alimenticias en las células.



¿Qué es vida?

Para poder fijar el límite entre materia viva e inerte debemos establecer primero lo que entendemos por «vida». Pero es difícil definirlo con exactitud. Es más sencillo describir la forma en que la vida se manifiesta en los organismos. Si observamos la *naturaleza en su totalidad*, encontramos que en todo ser vivo se efectúa un transporte continuo de *energía* y *materia*. El carbono, el oxígeno, el hidrógeno, el nitrógeno y otros elementos pasan a través de los organismos de los animales y vegetales, para formar parte de combinaciones más o menos complicadas. Para construir estos compuestos complejos se precisa energía que vuelve a liberarse cuando se descomponen. La fuente de energía original, base de toda la vida en la Tierra, es la luz solar, con ayuda de la cual las plantas forman, a partir del anhídrido carbónico y del agua, combinaciones ricas en energía, al tiempo que se desprende oxígeno. Las combinaciones ricas en energía son aprovechadas también por los animales herbívoros y los que, a su vez, se alimentan de ellos, etc., a lo largo de las cadenas alimentarias de la naturaleza. Para desarrollar sus procesos vitales, tanto en los animales como en las plantas se libera energía, lo que se realiza mediante la descomposición, por la acción del oxígeno, de las combinaciones ricas en energía; de este proceso (oxidación) resultan como productos finales anhídrido carbónico y agua.
En el *organismo* la vida se manifiesta en forma de una equilibrada colaboración entre las células. El organismo puede *recoger su alimento* del medio que lo rodea y aprovechar la energía contenida en él, o transformarlo en sustancia apta para constituir sus propias células. También tiene capacidad de *reaccionar, moverse, crecer* y *reproducirse*. Pero, en todo caso, una descripción de las características de la materia viva no nos da la respuesta a la pregunta de qué es vida. Quizás algún día los químicos y físicos puedan demostrar con sus experimentos que detrás de la actividad de las células no hay ninguna fuerza misteriosa. Para el químico la célula es una formación que contiene un gran número de moléculas, muchas de ellas de constitución muy complicada. Actualmente ya se pueden producir en el laboratorio varias de estas moléculas. En la célula viva la constitución y descomposición de las sustancias es realizada por las enzimas. Si los químicos aprenden a producir éstas, dispondrán de los medios para fabricar también las más complicadas moléculas de la célula.



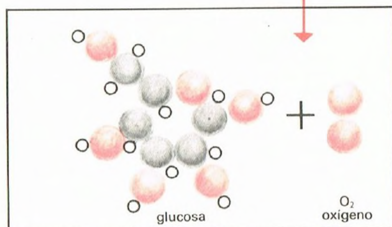


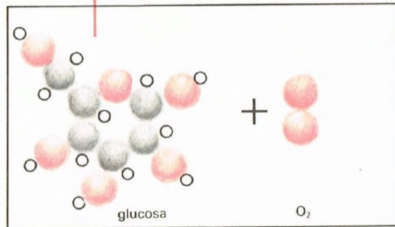
Constitución
A través de un proceso que se denomina fotosíntesis, las plantas pueden fijar la energía de la luz solar. Con ayuda de la energía absorbida por la sustancia verde colorante de las hojas, la clorofila, las plantas forman azúcares ricos en energía, a partir de agua y anhídrido carbónico, al tiempo que desprenden oxígeno. Los azúcares pueden transformarse después en proteínas o en grasas. Estas reacciones se llevan a cabo con la colaboración de catalizadores especiales denominados enzimas. Funcionan como una herramienta que, sin sufrir alteración, ayuda a la unión o a la descomposición de las moléculas.

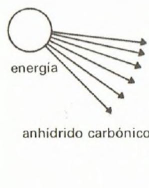
enzima

enzima

Descomposición
La energía solar que almacenan las plantas en las sustancias que forman se utiliza para los procesos vitales tanto de las mismas plantas como de los animales, ya que éstos se alimentan de plantas o de animales herbívoros. La energía se libera al descomponerse – oxidarse – la glucosa de las células, gracias al oxígeno del aire. La respiración y la circulación de la sangre llevan el oxígeno a las células. La descomposición también se efectúa con ayuda de enzimas. Los productos finales son anhidrido carbónico y agua, las mismas sustancias a partir de las cuales las plantas forman glucosa.







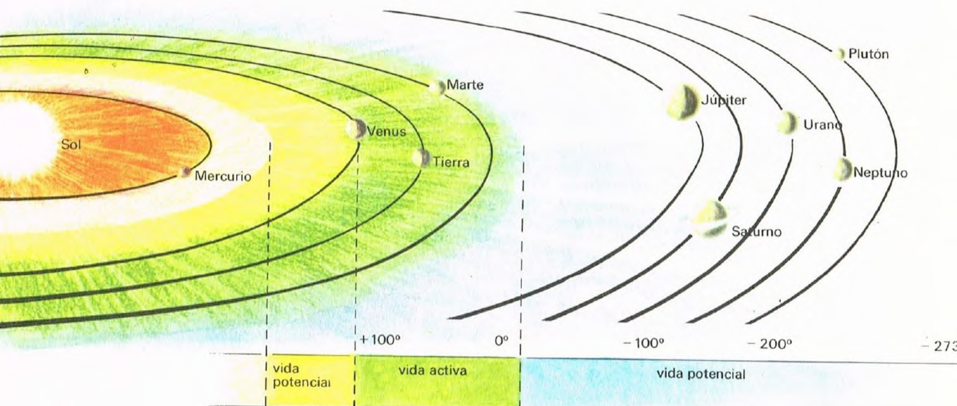
anhídrido carbónico

agua

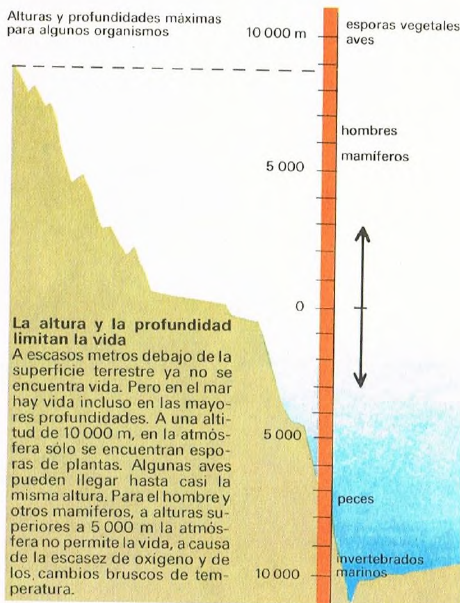


Combustible del proceso
En la manzana hay energía solar almacenada en la glucosa formada por la fotosíntesis de la planta. Si la muchacha se come la manzana, las enzimas de su tubo digestivo actuarán sobre la fruta, liberando glucosa que es absorbida por la sangre en las paredes intestinales y llevada después a las células del cuerpo, donde se quema para producir energía. Esta energía se emplea después en todos los procesos vitales.

combustión



El calor y el frío limitan la vida
Alrededor del Sol, hay una zona en la que la temperatura es especialmente adecuada para la existencia de la vida. En nuestro sistema solar, la Tierra se encuentra dentro de dicha zona. Más cerca del Sol hace excesivo calor, y más lejos, demasiado frío. Puede decirse que son zonas potenciales de vida, ya que ésta podría darse en ellas si el calor solar respectivamente disminuyese o aumentase. La Tierra es también el único planeta del sistema solar con una atmósfera apta para la vida, que además la protege de las radiaciones peligrosas para los seres vivientes, y que durante la noche impide la excesiva pérdida de calor. La atmósfera tiene además otra función muy importante: sirve de medio para el intercambio de oxígeno y anhídrido carbónico entre los reinos animal y vegetal.



La altura y la profundidad limitan la vida
A escasos metros debajo de la superficie terrestre ya no se encuentra vida. Pero en el mar hay vida incluso en las mayores profundidades. A una altitud de 10 000 m, en la atmósfera sólo se encuentran esporas de plantas. Algunas aves pueden llegar hasta casi la misma altura. Para el hombre y otros mamíferos, a alturas superiores a 5 000 m la atmósfera no permite la vida, a causa de la escasez de oxígeno y de los cambios bruscos de temperatura.

Límites de la vida

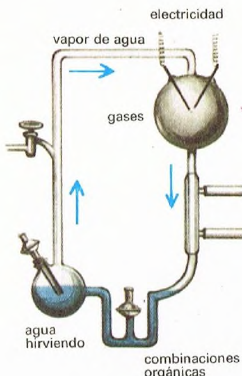
Los factores ambientales reducen a límites muy estrechos la difusión de la vida. Un factor de este tipo es la *temperatura*. Si hace demasiado frío mueren los seres vivos o se detienen sus procesos vitales, de modo que los organismos quedan aletargados. Si, por el contrario, la temperatura es demasiado elevada mueren rápidamente. Hay algas que viven en manantiales calientes en los que la temperatura puede sobrepasar los 70° C, pero los restantes organismos sólo pueden soportar esta temperatura durante breves momentos. La mayor parte de lo que denominamos vida existe a temperaturas entre 0° C y 40° C. La vida también está limitada *verticalmente*. Los organismos penetran sólo a pocos metros de profundidad bajo el suelo, y en las alturas montañosas únicamente pueden llegar a un nivel en que los contrastes de temperatura y la radiación solar no sean demasiado intensos. Además, a medida que se va ascendiendo en la atmósfera, el contenido de oxígeno disminuye, y llega un momento en que no basta para cubrir las necesidades de la mayoría de los organismos. Se ha encontrado vida a más de 10 000 m de altura, pero en estos casos se trata de esporas arrastradas por el viento. Algunos pájaros pueden también volar a gran altura. En el mar se ha encontrado vida a todas las profundidades en que se han hecho investigaciones, es decir, hasta unos 10 000 m. Puede decirse, por ello, que la vida se extiende unos 20 km en dirección vertical, lo que constituye algo más del 0,1 % del diámetro de la esfera terrestre. Sin embargo, los viajes espaciales han demostrado que con ayuda de la técnica se puede llevar la vida fuera de la Tierra, quizás incluso hasta otros planetas.



Diversificación de la vida en la Tierra
Durante millones de años la evolución ha producido una variedad increíble de seres vivos sobre la Tierra. La figura muestra algunos ejemplos de las distintas formas, desde las plantas y animales primitivos hasta los organismos superiores.

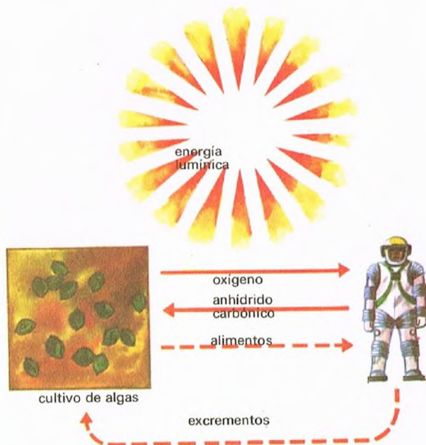
¿Es posible entonces que exista vida en otros lugares del universo? Las opiniones son muy contradictorias, pero es muy probable que, sin salir de la Vía Láctea, haya millones de planetas que tengan aproximadamente las mismas condiciones fisicoquímicas que la Tierra y que, por tanto, podrían tener alguna forma de vida. No obstante, al haber en ellos diferencias de ambiente con respecto a la Tierra, quizá los organismos sean también distintos.

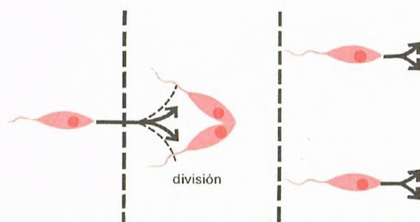
Las teorías que preconizan que la vida tuvo su origen a través de una evolución química en la que las sustancias simples se fueron haciendo complejas se ven reforzadas por experimentos de laboratorio en los que se ha tratado de imitar las condiciones que se consideran existieron en la Tierra primitiva. Se han realizado descargas eléctricas en una mezcla de los gases que se supone formaban la atmósfera inicial, obteniéndose alguna de las sustancias que forman parte de la materia viva.



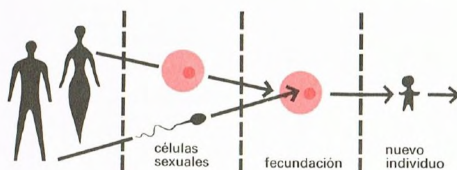
Síntesis «espontánea» de compuestos biológicos
En un famoso experimento, los investigadores americanos Miller y Urey aplicaron, aproximadamente durante una semana, descargas eléctricas en un recipiente conteniendo una mezcla de hidrógeno, metano, nitrógeno y amoníaco, al mismo tiempo que se suministraba vapor de agua, es decir, bajo las mismas circunstancias que probablemente existieron en la atmósfera durante un período muy temprano de la historia de la Tierra.
Cuando se investigó el resultado, se pudo observar que se habían formado distintas combinaciones orgánicas, entre otras diversos aminoácidos, la base de las proteínas celulares.

La vida en un medio artificial
Así pues, se ha conseguido producir artificialmente sustancias esenciales para la vida. ¿Puede también lograrse que la vida subsista en un medio artificial? La respuesta es afirmativa y está corroborada por ciertas experiencias realizadas durante los viajes espaciales: se ha discutido la posibilidad de crear en la cápsula espacial un sistema biológico cerrado. Un cultivo de algas produciría alimentos, desprendería oxígeno para la respiración y fijaría el anhídrido carbónico expulsado en ésta. Las algas reciben la energía de la luz solar y las sales de los excrementos de los viajeros.



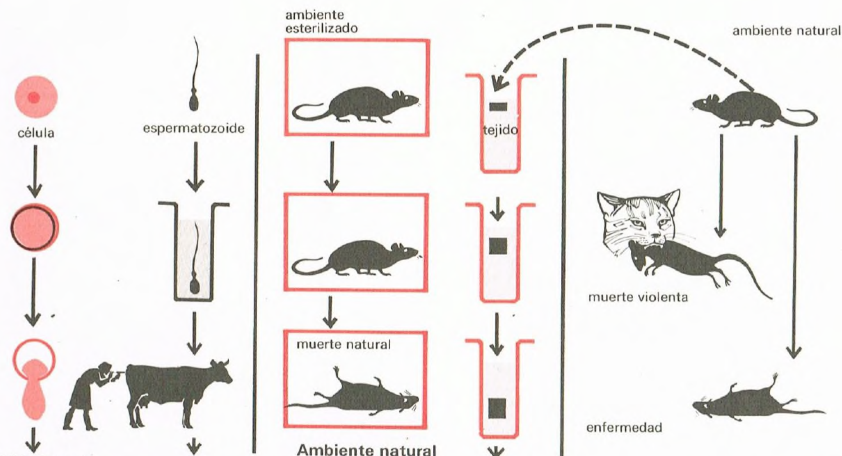


La célula inmortal
Los organismos unicelulares se multiplican generalmente por división (figura de la parte superior), en la que de la célula madre original salen dos células completamente similares a ella. Por ello, el organismo unicelular puede considerarse, de hecho, inmortal, ya que su desaparición no deja un cadáver, sino nuevos organismos vivos. Por el contrario, en los organismos pluricelulares mueren todas las células, salvo las sexuales, que transmiten al descendiente las tendencias hereditarias de los padres, cuando, tras su fecundación, dan origen a un nuevo individuo (figura inferior).



Vida y muerte

Las nociones vida y muerte tienen un significado distinto para las diferentes personas. Desde el punto de vista biológico, la vida se caracteriza por ciertos procesos (crecimiento, movimiento, reproducción, etc.) que no se dan en la materia inerte y que cesan al llegar la muerte.
Para el biólogo la muerte supone un estado en el que cesan definitivamente los procesos de vida. Puede haber dificultad en decidir *cuándo* se ha de considerar como muerto a un ser humano, ya que no todos los procesos de vida finalizan simultáneamente. Cuando, p. ej., cesan las funciones respiratorias y cardíacas, el sistema nervioso y el cerebro no sufren daño hasta después de varios minutos, y se dan casos en que, con ayuda de masajes cardíacos y acciones similares, puede volverse a la vida un paciente. Por ello hay quien sostiene que un ser humano debe considerarse muerto cuando su cerebro ha dejado de trabajar, y quien, por el contrario, afirma que la función del corazón es la decisiva. Este problema tiene importancia no sólo desde el punto de vista médico sino también desde el jurídico, y es de actualidad sobre todo en lo concerniente a la utilización, para trasplantes, de personas recientemente fallecidas. Una vez han cesado



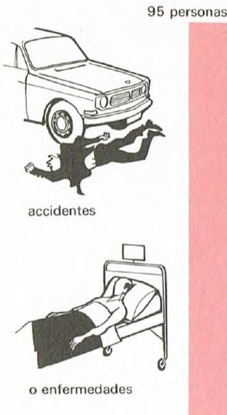
Vida latente
A veces la vida puede quedar latente, como ocurre, p. ej., en las bacterias, que se enquistan para sobrevivir a condiciones desfavorables. La vida también está latente en los espermatozoides que se conservan congelados para uso posterior.

Ambiente natural y esterilizado
En un ambiente natural, un ser vivo, p. ej. una rata, está expuesto a peligros mortales. En un ambiente que sea esterilizado, la rata puede vivir durante mucho más tiempo, pero sucumbe, tarde o temprano, por muerte natural.

Un tejido aislado de una rata viva (en este caso no se trata, pues, de un organismo complicado) puede mantenerse vivo en una solución nutritiva e incluso crecer, no hasta formar una nueva rata, pero sí hasta una masa celular mayor.

definitivamente las funciones respiratorias y cardíacas, surgen otras señales de la muerte. La temperatura del cuerpo disminuye, las membranas mucosas y otras partes sensibles, p. ej. la córnea, comienzan a secarse, y los músculos se entumecen. Esta rigidez cadavérica (rigor mortis) se produce generalmente entre 6 y 8 horas después de la muerte. Seguidamente comienza la putrefacción, que significa que las sustancias del organismo se van descomponiendo en otras más simples.

El deseo de una vida eterna y el miedo a la muerte son dos constantes en el hombre y han dejado sus huellas en la mayoría de las culturas y religiones. También son innumerables las curas milagrosas intentadas con el fin de alargar la vida, hasta ahora con resultados mínimos. Pero el ser humano podría, sin duda, vivir más tiempo en un ambiente protegido. Actualmente, la mayoría de los individuos mueren antes de tiempo, por accidentes o enfermedades. Las enfermedades mortales varían de país a país y de época a época. Ya ha desaparecido la terrible peste negra del s. XIV, y últimamente casi se ha eliminado la tuberculosis pulmonar. En nuestros días las causas normales de muerte son las enfermedades cardíacas y circulatorias, así como las cancerosas.





¿Muerte «natural»?
El 95 % de las personas muere a causa de distintas enfermedades o accidentes (en su mayoría, de tráfico). Sólo un 5 % muere de muerte «natural», e incluso en este pequeño grupo cabe atribuir la muerte a alguna enfermedad.

El ciclo de la vida y la vida inmortal
El ciclo de la vida es un motivo muy común en el arte popular. A los 50 años, el hombre se halla en la cúspide de su vida, para después comenzar el camino descendente que le conduce a la muerte. Para los cristianos, después de la muerte de todos los hombres sobrevendrá el juicio final (en el centro), tras el cual los buenos gozarán de la vida eterna del cielo, mientras que los malos serán arrojados al infierno.



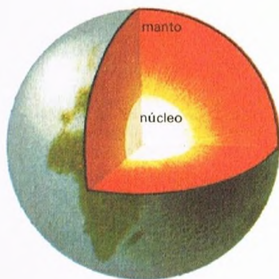
Hekla
Dorsal del Atlántico
Etna
Vesubio
Stromboli
cordillera
Fuji Yama
región de fallas
Krakatoa
Mauna Loa
Popocatépetl
Monte Pelado
Cotopaxi
PACIFICO

Regiones volcánicas
Las zonas volcánicas y sísmicas de la tierra se hallan situadas a lo largo de las cordilleras más jóvenes y las regiones de fallas. El 95 % de todos los terremotos tienen lugar en dos fajas: una en torno al Pacífico y otra alrededor de la cuenca del Mediterráneo.

VOLCANES Y SEISMOS

La tierra tiembla

El calor generado por las enormes fuerzas que actúan dentro de la tierra se manifiesta al exterior en forma de fenómenos volcánicos y sísmicos, muchas veces desoladores. La radiactividad y las fricciones han calentado el interior de la tierra a una temperatura entre 2 000 y 4 000° C. A ello se debe la existencia de fuentes calientes, géiseres y volcanes. La atracción ejercida por la Luna y el Sol provoca un «movimiento de mareas» en la masa más o menos fluida del interior de la tierra. Estos desplazamientos originan tensiones cuya magnitud es tal que, en ocasiones, se produce una fisura en la corteza terrestre, dando lugar a seismos. Los fenómenos volcánicos y sísmicos están concentrados en zonas débiles de la corteza terrestre: las cordilleras jóvenes, formadas durante el Terciario. Actualmente existen unos 400 volcanes activos.



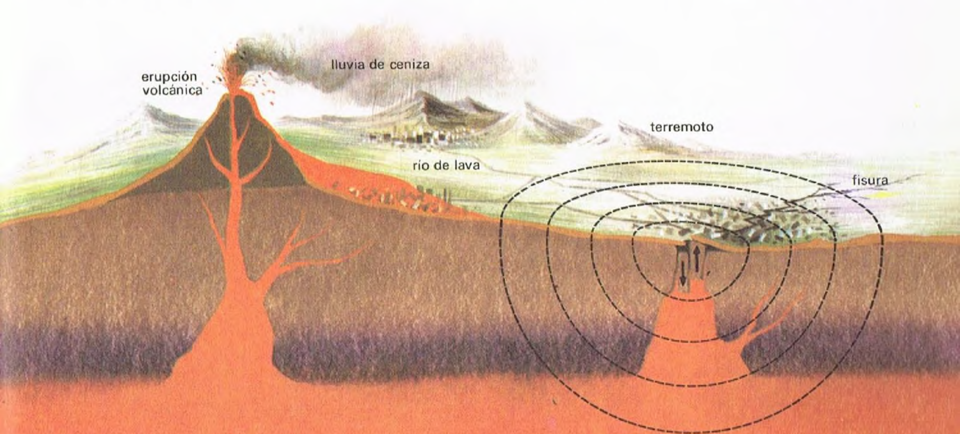
El núcleo caliente de la Tierra
El núcleo terrestre (nife), compuesto de una masa de hierro y níquel –se cree que en estado sólido, por la presión–, se halla a una temperatura de unos 4 000° C y tiene un espesor de unos 3 500 km. Le rodea otra capa (sima) de unos 2 900 kilómetros de espesor, formada por rocas fundidas, principalmente silicatos magnésicos, a una temperatura de unos 2 000° C. Sobre ésta flota la corteza terrestre (siál) en la que predominan los silicatos alumínicos.



La actividad de un *volcán* es periódica, con lapsos de calma normalmente largos, interrumpidos por erupciones cortas pero violentas. Antes de una erupción suelen producirse ruidos subterráneos, terremotos y erupciones de gases, y después de ella tienen lugar, por lo general, seismos intensos. Por el volcán la lava sale incandescente, a una temperatura de 750 a 1 350°. Una vez en la superficie se consolida, formando una masa parecida a escoria, con burbujas. Las grietas del volcán y la lava desprenden vapor de agua, anhídrido carbónico, anhídrido sulfuroso e hidrocarburos. Lava solidificada y fragmentos de roca son lanzados con fuerza en forma de partículas de diferentes tamaños, desde pequeños gránulos hasta rocas de 2 a 3 m de diámetro. Alrededor del cono se produce una lluvia de ceniza volcánica; las partículas más finas de la misma se dispersan por la atmósfera, a gran altura.
Los *seísmos* son frecuentes en las regiones volcánicas. Es preciso distinguir entre los seísmos volcánicos, que acompañan a grandes erupciones de volcanes, y los tectónicos, más comunes, que se deben a desplazamientos de la corteza terrestre.
Hay también volcanes y seísmos *submarinos*, especialmente en el Pacífico y a lo largo de la cordillera Dorsal del Atlántico. Los conos de los volcanes submarinos pueden alcanzar la superficie del agua y formar islas, como Islandia y las islas Hawaii. Los terremotos submarinos (maremotos) originan las llamadas olas de *tsunami*. Su altura es tan sólo de 1/2 metro, pero su longitud es de hasta 100 kilómetros y pueden alcanzar una velocidad de 750 km/hora; sus efectos en la costa son desoladores.



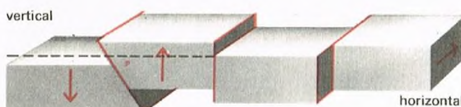
Erupción de un volcán
El volcán Estrómboli, situado en una isla al norte de Sicilia, es el único de Europa que permanece ininterrumpidamente en actividad. Durante largos períodos sus erupciones se suceden cada 20 minutos. El cráter se halla situado en la ladera del monte, a menor altura que la cúspide, de 900 m de alto, de modo que ésta es un excelente mirador para contemplar las cascadas de fuego que salen del interior de la tierra.





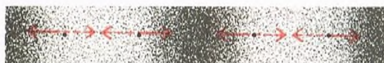
Origen y formación de seísmos

Los movimientos tectónicos (movimientos de fallas, en contraposición a movimientos volcánicos) se presentan en las zonas débiles de la corteza terrestre. Suele tratarse de líneas de fallas antiguas, todavía no cicatrizadas, que empiezan a moverse a causa de tensiones en la corteza terrestre.



Casi un 90 % de los terremotos son movimientos tectónicos, es decir, atribuibles a desplazamientos horizontales o verticales en el suelo. Estos desplazamientos suelen ser relativamente pequeños. Uno de los más grandes que se han conocido (14 m de desnivel) se produjo con ocasión del terremoto de Alaska, en 1899. En el que sucedió en Tokio, en 1923, el desplazamiento horizontal fue de 3,6 metros.

onda P



onda S



Desde el epicentro, punto de la superficie terrestre situado exactamente encima del foco del terremoto, unas ondas se propagan por la corteza terrestre y otras a través de los diferentes estratos. Hay dos clases de ondas que avanzan por la tierra: primarias (P) y secundarias (S). La P, más rápida, es una onda de compresión que se propaga longitudinalmente, como una onda sonora, haciendo vibrar a las partículas en el sentido del movimiento. En cambio, la S es una onda en la que cada partícula vibra en sentido perpendicular respecto al sentido del movimiento de propagación, de tipo similar a la que se produce en una cuerda larga que sacudimos por un extremo.

Determinación de la situación de un seísmo

Midiendo el intervalo entre el registro de las ondas P y S se puede determinar la distancia hasta el epicentro y el momento exacto del terremoto. Si se conoce la distancia desde el epicentro a tres estaciones sismológicas, se puede determinar la situación de éste. Sobre un mapa esférico se trazan tres circunferencias con los centros en las estaciones y los radios iguales a las distancias observadas. El epicentro se sitúa en el punto de intersección de las tres circunferencias (en el caso ilustrado, norte de Grecia). Todos los datos sismológicos son registrados por la US Coast and Geodetic Survey, en Washington, y por el Instituto de Ciencias Geológicas de Moscú, y los análisis finales se realizan en la Oficina Internacional Sismológica de Estrasburgo.

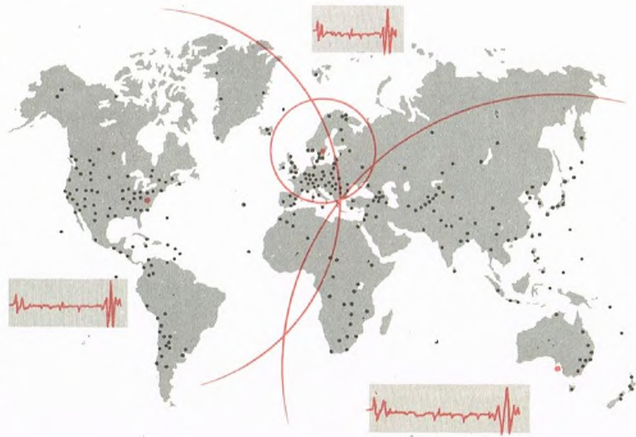
Seísmos

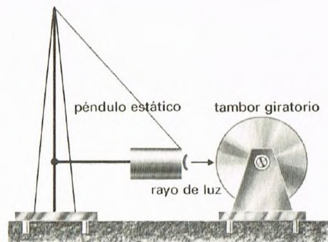
Si con un palo recio golpeamos fuertemente un objeto duro, nuestra mano queda como aturdida a causa de las vibraciones transmitidas por el palo. De manera análoga, cuando se origina un choque entre dos bloques gigantescos de la corteza terrestre, se producen vibraciones que se propagan a través de la tierra, en todas direcciones.

El instrumento que registra los terremotos, el sismógrafo, debe tener un componente montado de modo que no le afecten los movimientos terrestres, y otro sujeto al suelo, que vibre al moverse éste. Midiendo la diferencia de movimientos entre la tierra y el componente fijo del sismógrafo, se obtiene una medida de los movimientos terrestres sucedidos durante un terremoto.

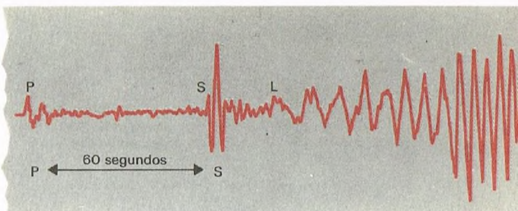
Actualmente se conoce el origen de los terremotos. La causa inmediata suele ser un movimiento brusco de las masas montañosas a lo largo de una falla, que origina las sacudidas fuertes. Aun los terremotos muy profundos (se han registrado incluso a una profundidad de 750 km) son probablemente atribuibles a movimientos relacionados con fallas, si bien no dejan señales visibles en la superficie terrestre.

Los daños más graves producidos por un terremoto son causados por unas sacudidas fuertes que producen en la superficie terrestre ondas de unos 30 cm de altura, con una distancia de unos 10 m entre las crestas. La tierra parece moverse entonces como el mar, cuando éste es azotado por un temporal. Pueden originar tremendos daños, sobre todo en poblaciones, donde los edificios que se derrumban ocasionan numerosas víctimas.





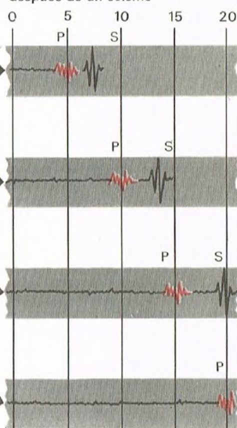
Sismógrafo
Un tambor giratorio, sólidamente fijado al estrato rocoso del subsuelo y cubierto de papel fotográfico, vibra al compás de las ondas sísmicas. Un haz luminoso emitido desde un cuerpo estático registra los temblores del carrete rotativo, trazando en el papel fotográfico una línea zigzagueante.



Registro sismográfico o sismograma
El epicentro puede localizarse examinando el sismograma. Las ondas de compresión (P) se propagan a 8 km/seg; las ondas transversales (S), a 5 kilómetros por segundo. La velocidad de propagación aumenta con la profundidad. Las ondas largas (L) son más lentas que las cortas y sólo se propagan a través de la corteza terrestre, a base de rebotes sucesivos en la superficie exterior e interior de la misma. El intervalo de tiempo que separa las ondas P de las S aumenta proporcionalmente a la distancia recorrida. Así la distancia hasta el epicentro se puede estimar midiendo dicho intervalo. La mitad del tiempo en segundos equivale a la distancia en millas ‹‹statute›› (1 609 m). Si el intervalo de tiempo es de 60 segundos, el epicentro se sitúa a 30 millas.

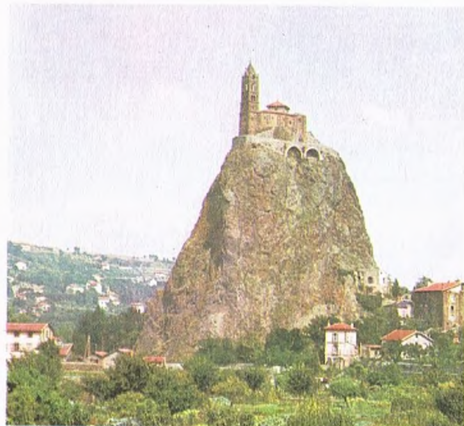
ondas L
PSL
ondas P y S

manto
epicentro
núcleo
zona de sombra sísmica



Desde el epicentro las ondas se propagan en todas direcciones. Su velocidad depende del material que atraviesan. A una profundidad de 2 900 kilómetros, en la superficie exterior del núcleo, la propagación de ondas sufre una brusca alteración. Las ondas que tocan tangencialmente al núcleo alcanzan la superficie terrestre a unos 11 000 km del epicentro. Entre 11 000 y 16 000 kilómetros no se registran ondas P ni S, ya que sufren una refracción que impide su salida a la superficie. A esta zona de sombra sísmica llegan sólo las ondas L. El núcleo no puede transmitir las ondas S.

Estas tiras presentan los registros obtenidos en cuatro estaciones sismológicas distintas. El tiempo que transcurre desde el seismo hasta la llegada de las ondas a la estación, al igual que el intervalo de tiempo entre las ondas P y S, dependen directamente de la distancia hasta el seismo.



Aguja de lava
Durante la Edad Media se construyó, en el Macizo Central de Francia, la iglesia de Saint-Michel de Le Puy. Es de suponer que las jerarquías eclesiásticas no supiesen que se estaba levantando sobre la cumbre de una aguja de lava, resto de un volcán. La aguja cónica se eleva 70 m sobre el nivel del suelo.



Estas tres ilustraciones presentan el origen y la formación de la aguja de lava. El magma fluido, cuya temperatura es de unos 1 000° C, asciende por la chimenea del volcán y aflora por el cráter, para correr por las laderas en forma de una pasta viscosa, o bien, es esparcido por erupciones de tipo explosivo. Alrededor de la boca del cráter se forma un cono de materia volcánica. Cuando disminuye la actividad, el magma se hace cada vez más viscoso, formando finalmente una aguja en la chimenea del volcán. Con el tiempo, el cono volcánico desaparece debido a los efectos de la erosión, pero la aguja de lava queda en pie.

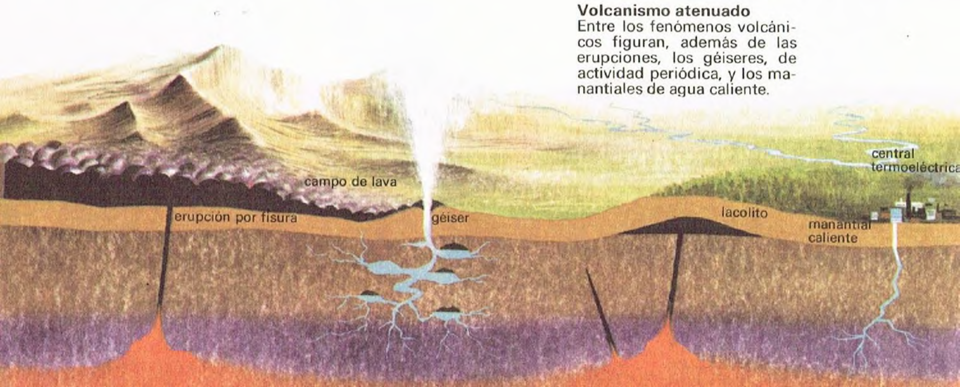
Volcanes y manantiales calientes

En realidad la corteza terrestre permanece en constante movimiento. En algunas partes el suelo sube; en otras, baja; se levantan nuevas cordilleras, otras son borradas, y fisuras y hundimientos gigantescos alteran la faz de la tierra. Para el hombre estos cambios son infinitamente lentos, normalmente apreciados tan sólo por científicos y especialistas. Pero cuando la tierra se abre y los montes arrojan con violencia fuego y azufre, se comprende que la corteza de la tierra es delgada y frágil y oculta en su interior fuerzas prodigiosas.

La actividad volcánica se manifiesta de muchas maneras. Un estruendo lejano y unos leves temblores de la tierra, las formas más benignas de seísmos, tienen lugar a diario en las zonas de intensa actividad volcánica. En la corteza terrestre también pueden producirse, en pocos minutos, grietas, desplazamientos y fallas. En ocasiones las grietas permiten la salida de lava, que se extiende sobre el paisaje, formando mantos estériles. Puede ocurrir que los canales subterráneos se llenen de agua y que ésta, al contacto con el magma existente a gran profundidad, se caliente y se evapore; entonces la fuerza del vapor puede expulsar a la superficie, a varias decenas de metros de altura, chorros de agua hirviente y vapor. Estos manantiales se llaman *géiseres;* en algunos lugares, p. ej. en Islandia, se utilizan para el accionamiento de centrales termoeléctricas y para la calefacción de edificios. Estos fenómenos volcánicos superficiales adoptan diversas formas, desde manantiales o termas, donde el agua es tibia, hasta manantiales burbujeantes de lodo, y orificios por los que emanan humos y gases tóxicos.

La expresión más impresionante de la actividad volcánica es la erupción propiamente dicha. Se suele distinguir entre dos tipos principales de volcanes. El *volcán*

Volcanismo atenuado
Entre los fenómenos volcánicos figuran, además de las erupciones, los géiseres, de actividad periódica, y los manantiales de agua caliente.

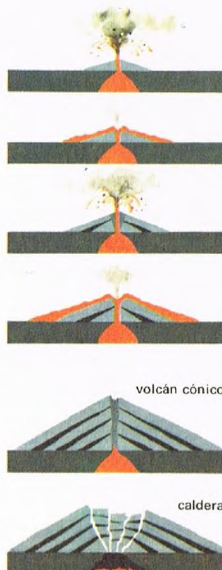


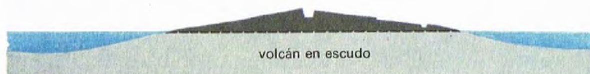
cónico tiene erupciones violentas; grandes áreas se ven afectadas por lava y cenizas que salen despedidas del volcán, al tiempo que se forma alrededor del cráter una convexidad de material parecido a escoria. El *volcán de escudo*, en cambio, está formado por capas poco inclinadas de lava que aflora con lentitud a través de fisuras.

La mayoría de las rocas de la superficie terrestre tienen origen magmático. El granito, la pegmatita y los pórfidos se han formado y solidificado antes de alcanzar la superficie, en ocasiones en forma de grandes masas lenticulares, llamadas *lacolitos*. Pero hay grandes regiones cuyas rocas básicas son de origen puramente volcánico, p. ej. el basalto o las rocas piroclásticas. La ceniza volcánica y la lava alterada por la erosión pueden formar un suelo muy fértil, pero a menudo las cercanías de los volcanes activos son estériles y desérticas.

Formación del volcán cónico
El volcán en forma de cono es el más común. Una presión tremenda que actúa desde abajo arroja por el tubo del cráter bombas volcánicas, cenizas y piedra pómez. Por dicho tubo sale lava que se solidifica y forma por acumulación el característico cono volcánico.
Al disminuir o cesar la actividad del volcán, pueden formarse en su interior enormes cavidades huecas; al cesar la presión desde abajo, se desploma el volcán. De este modo se forma la llamada caldera que en ocasiones se llena de agua, formando un lago que cubre el cráter.

Volcán en escudo
Muchos volcanes son submarinos. Las masas de lava que se han acumulado en el curso de emisiones lentas forman los volcanes en escudo, como el Mauna Loa, en Hawaii (abajo).





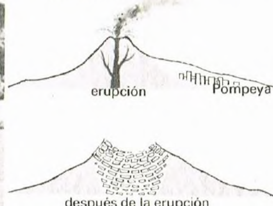
Erupción de un volcán
La lava fluida corre por las laderas del volcán. Grandes piedras, las bombas volcánicas, y pequeñas gotas de lava caen en forma de lluvia sobre el terreno circundante. Las corrientes estratosféricas y los vientos arrastran a gran distancia la lava en polvo y la ceniza.

ceniza
lava
corteza terrestre
manto



Vesubio

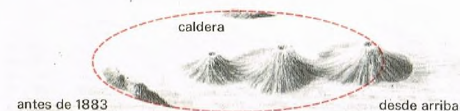
Una brusca erupción del Vesubio dejó a Pompeya y a Herculano sepultadas en ceniza, al tiempo que se desplomó la cúspide del volcán. Los arqueólogos han podido recuperar, mediante excavaciones, las casas y reproducir, por vaciado, a las víctimas.

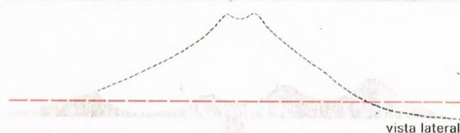




Krakatoa

Es probable que Krakatoa fuese en tiempos remotos un gigantesco volcán-escudo, destruido más tarde por una gran erupción. Se formaría una caldera y en ella aparecieron gradualmente tres pequeños conos volcánicos.









En 1883 volaron 2/3 de esta isla volcánica inhabitada. La explosión se produjo en el centro de la caldera; el monte se desplomó y se formó una nueva caldera submarina.

Las grandes catástrofes naturales

En una población mediterránea emplazada sobre las suaves y soleadas laderas del Vesubio, la vida transcurría con normalidad. La ciudad, no muy grande, era famosa en todo el Imperio romano por su sibaritismo y su excelente situación. Cierto día se oyeron estruendos en el monte, lo que despertó entre las gentes cierta inquietud. De repente, sobre la cumbre cónica de la montaña apareció una nube que fue haciéndose cada vez más compacta y adoptando un color pardo amarillento. En un instante todo fue infierno y caos, la ciudad quedó cubierta por una niebla caliente y venenosa, unas explosiones hicieron temblar la tierra, y del cielo cayó una lluvia de fuego, piedras, ceniza y polvo. Al cabo de tres días la ciudad quedó enterrada en ceniza y lava. Esto ocurrió en Pompeya, el año 79, en tiempos del emperador Tito, y transcurrieron casi 2 000 años hasta que se pudieron contar las víctimas de la catástrofe.

Desde entonces otras muchas catástrofes naturales han sacudido la tierra, han dado muerte a centenares de miles de personas, han arrasado ciudades, han borrado del mapa regiones enteras e inundado grandes territorios. De muchas de ellas tenemos noticia por los historiadores; unas han sido, por su violencia y efectos desoladores, más trágicas que otras. El 1 de noviembre de 1755, Lisboa quedó totalmente destruida por una ola marina gigantesca originada por un maremoto. Se trataba de un «tsunami», producido por un seísmo submarino; la ola rompió con enorme fuerza contra la costa y arrasó la ciudad.

En 1883, toda la isla de Krakatoa –de origen volcánico– voló en pedazos, a causa de una explosión. El estruendo se oyó a 5 000 km de la isla y la ola producida

Monte Pelado
En abril de 1902, una fuerte presión de gases empezó a expulsar del cráter del volcán Monte Pelado una grandiosa aguja de lava. A través de una grieta lateral emergió una nube ardiente, destruyendo la ciudad de St. Pierre. La aguja continuó subiendo durante varios meses (se aprecia al fondo de la foto), para descender finalmente dentro del volcán.





dio muerte, en Java y Sumatra, a 36 000 personas. En 1902, una erupción del volcán Monte Pelado, en la isla Martinica, hizo desaparecer la ciudad de St. Pierre, con sus 30 000 habitantes, excepto uno. El afortunado se hallaba en el calabozo subterráneo de la ciudad.
En 1906, la ciudad de San Francisco quedó destruida por un movimiento grandioso de falla con desplazamiento de las capas terrestres en sentido vertical y horizontal. En 1923, Yokohama fue víctima de un intenso seísmo, quedando asolada a consecuencia de las sacudidas y de una ola de «tsunami».

En septiembre de 1985, un terremoto sacudió a México, causando más de 9 000 muertos y 30 000 heridos sólo en la capital del país. Dos meses más tarde hizo erupción el Volcán Arenas, en el Nevado del Ruiz, Colombia, provocando ríos de barro y lodo en distintas direcciones, arrasando en su totalidad la ciudad de Armero (departamento del Tolima), causando la muerte a más de 23 000 personas y afectando las ciudades de Chinchiná y Honda. En octubre de 1986 se produjeron cruentos seismos en El Salvador.




falla en el mar

Destrucción de Lisboa
Un movimiento de falla en el fondo del mar puede dar lugar a una gigantesca ola – tsunami – que origina grandes estragos al alcanzar tierra. En 1755 una ola de este tipo arrasó Lisboa.

Seísmos en el Japón
Los movimientos de falla en tierra tienen consecuencias tan funestas como los que suceden en el mar. Las islas del Japón, entrecruzadas por fisuras de fallas, son sacudidas constantemente por seismos. En Tokio se registra, por término medio, uno cada 4 días. La foto presenta el derrumbamiento de edificios, a consecuencia de un seismo fuerte. (Fukui, 1948.)


falla en tierra



El hombre entra en escena
El mundo animal está hoy dominado por los insectos y los mamíferos. Hace uno o dos millones de años aparecieron los primeros seres semejantes al hombre.



Conquista del aire
Durante la época de dominio de los saurios en la Tierra, los reptiles voladores se adueñaron del aire; más tarde aparecieron las aves y mamíferos.



Los animales pasan a tierra
Una vez que los vegetales hubieron empezado a crecer en los continentes, les siguieron los animales herbívoros. Durante el Devónico aparecieron los primeros vertebrados terrestres.



La vida empezó en los mares primitivos
La vida surgió en el mar. Paulatinamente fue desarrollándose una rica fauna de animales inferiores: pulpos, artrópodos gigantescos, etc. En los mares del periodo Silúrico estaban representados la mayoría de los grupos de invertebrados. Asimismo empezaron a aparecer los peces.



ZOOLOGIA

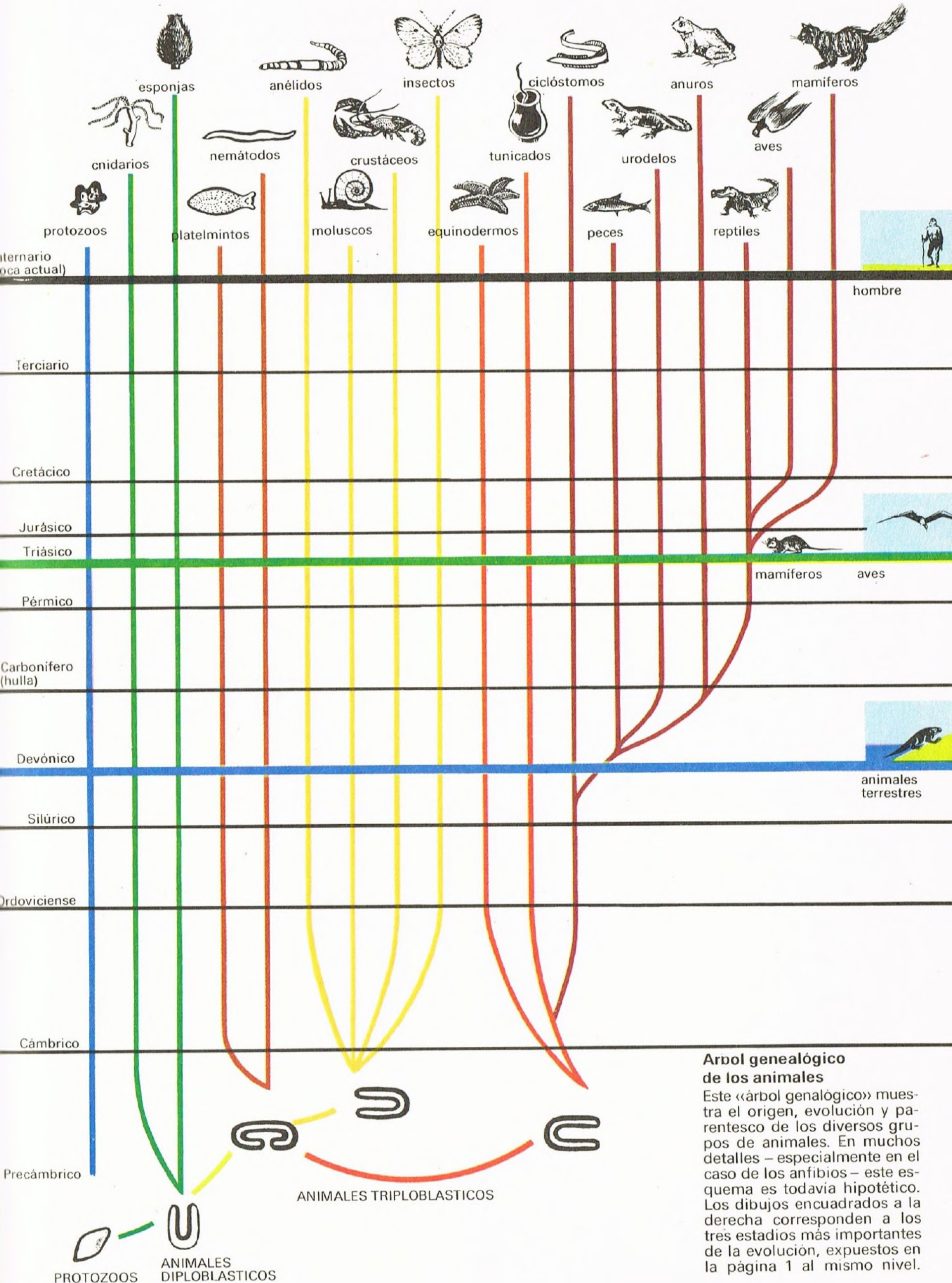
Del protozoo al hombre

La zoología estudia los animales. Los primeros animales aparecieron en el mar. Bajo la influencia de la energía solar ciertas sustancias simples originaron otras más complejas que, con el tiempo, dieron lugar a la *célula primitiva*. Por evolución de esta célula inicial se formaron los primeros *organismos unicelulares*. Unos constituyeron los predecesores de los animales, y otros, de los vegetales, pero en este primer estadio la diferencia entre unos y otros no era grande. Los protozoos fueron los primeros animales. En su lucha por la existencia, algunos organismos unicelulares se reunieron en colonias, surgiendo de esta manera los *organismos pluricelulares*. En un principio éstos tenían solamente una cavidad en el cuerpo que poseía paredes formadas por *dos capas celulares*, y un orificio que hacía de boca y de ano. Con el tiempo se formaron animales con una *tercera capa celular;* éstos dieron lugar a los animales superiores.

Los primeros vegetales terrestres surgieron a finales del período Silúrico; éstos permitieron la aparición de la *vida animal en tierra firme*. Pero el medio ambiente terrestre exigía a los animales diversas adaptaciones. Se requerían órganos para la respiración aérea; asimismo los de sustentación debieron mejorarse, al no existir un medio acuático que soportase el peso del cuerpo. La piel debía proteger contra la desecación, y la reproducción tenía que realizarse según métodos nuevos.

Los primeros animales terrestres fueron artrópodos herbívoros. Durante el Devónico también se adaptaron al nuevo medio los vertebrados, surgiendo una rica fauna de anfibios y, más tarde, de reptiles. Los reptiles voladores, y luego las primeras aves, dominaron el aire. Los mamíferos empezaron su evolución durante el Triásico como pequeños seres del tamaño de una rata. Hoy, el grupo dominante en variedad y número es el de los insectos, que aparecieron al mismo tiempo que los anfibios, pero que no se expansionaron hasta la Era Terciaria. Hace uno o dos millones de años aparecieron los primeros predecesores del hombre, semejantes a monos.

Por consiguiente, la evolución de los animales se ha desarrollado gradualmente, desde formas muy simples a otras cada vez más complejas. Nuestro variado mundo animal se ha configurado principalmente mediante la «selección natural», que ha permitido la supervivencia de las especies mejor adaptadas a su medio ambiente



Arbol genealógico de los animales

Este «árbol genealógico» muestra el origen, evolución y parentesco de los diversos grupos de animales. En muchos detalles – especialmente en el caso de los anfibios – este esquema es todavía hipotético. Los dibujos encuadrados a la derecha corresponden a los tres estadios más importantes de la evolución, expuestos en la página 1 al mismo nivel.

La sistemática de los animales
He aquí las especies animales lobo y perro, que forman parte del género *Canis*. Este, con el de la zorra, está encuadrado en la familia de los cánidos que, con los félidos y otras familias, integra el orden de los carnívoros, etcétera.

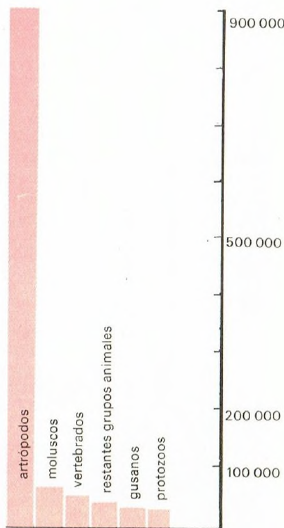
Animales
Animales pluricelulares
Animales unicelulares
Animales triploblásticos
Animales diploblásticos
Vertebrados
Invertebrados
clases
mamíferos
peces
órdenes
carnívoros
roedores
familias
cánidos
félidos
género
género *Canis*
género *Vulpes*
especies
perro
lobo

La sistemática de los animales

Para poder agrupar a las especies conocidas, que sobrepasan el millón, los zoólogos han clasificado a los animales dentro de un sistema basado en su mutuo parentesco e historia evolutiva. Con la ayuda de una clasificación de este tipo ha sido posible también encontrar los parientes más próximos de las distintas especies, factor de gran importancia para la cría de los animales y en las pruebas de cruces.

Sin embargo, la clasificación de los animales no está totalmente terminada. Muchos puntos permanecen inseguros, habiendo dado origen a diversidad de opiniones entre los investigadores. Además, experiencias nuevas traen consigo permanentes modificaciones y mejoras. Dentro de la zoología se emplea la misma nomenclatura latina y principios sistemáticos que en la botánica, sistema debido al botánico sueco Linné. El nombre de la *especie* tiene dos partes, en las que la primera indica a qué *género* pertenece el animal. Así, el lobo tiene el nombre latino de *Canis lupus*, que indica que está clasificado dentro del gé-

Extensión de los grupos animales
El número de especies animales descritas es de un millón aproximadamente. El diagrama muestra el número de especies de cada grupo animal. Los artrópodos dominan ampliamente, pues comprenden unas 900 000 especies conocidas.

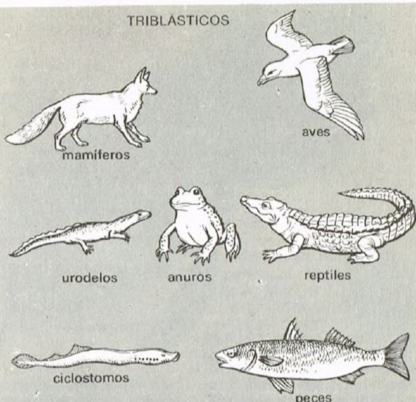


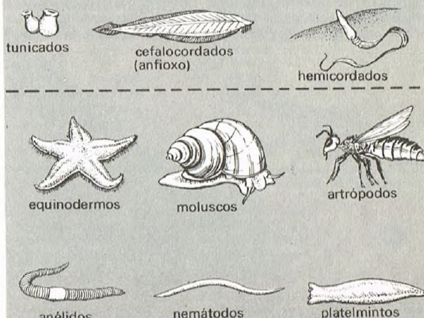
nero *Canis* entre los perros o cánidos. Los géneros están agrupados en *familias,* y éstas, en *órdenes, clases* y grupos todavía más amplios.

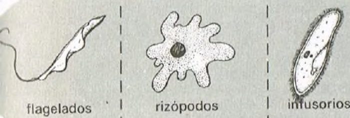
Los protozoos son organismos unicelulares. Las *esponjas* y los *celentéreos* poseen dos capas celulares distintas, ectodermo y endodermo. Los demás animales poseen otra capa más, el mesodermo, y comprenden los grupos siguientes: *gusanos, moluscos, equinodermos, artrópodos* (crustáceos, arácnidos, insectos) y *vertebrados* (ciclóstomos, peces, anfibios, reptiles, aves, mamíferos).

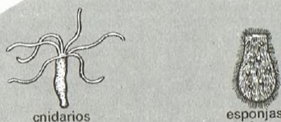
La sistemática animal se basa en los resultados obtenidos en todos los sectores de la zoología. La paleozoología, ciencia que trata sobre los animales extinguidos, ha contribuido a que se hayan encontrado muchos vínculos que faltaban entre los distintos grupos animales. Los estudios de las formas larvarias llevados a cabo por los embriólogos indican que el desarrollo de un organismo muestra a qué grupo pertenece; y las formas larvarias parecidas prueban el parentesco entre los animales, aun cuando éstos, una vez adultos, no muestren semejanza alguna. Exámenes comparativos de la constitución interna de los animales proporcionan también valiosas informaciones acerca de las relaciones de parentesco.

Una separación importante es la que tiene en cuenta el número de capas celulares de los organismos, dos para los animales diblásticos y tres para los triblásticos. Otras dificultades son las que plantean las transformaciones que han sufrido las especies, a veces difíciles de establecer. A lo largo de la evolución ciertas especies desaparecen, mientras que otras hacen su aparición.









Organismos unicelulares

Arriba vemos algunos organismos unicelulares. La única célula del organismo debe encargarse de todas las funciones orgánicas, pero hay cierta especialización dentro de la misma. En los animales pluricelulares existen células diferentes que realizan distintas funciones.

Unicelulares

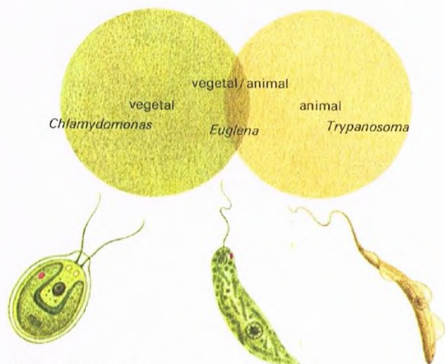


Pluricelulares



Animales pluricelulares

Los animales pluricelulares más sencillos, los cnidarios y esponjas, tienen solamente dos capas celulares. Los restantes animales poseen además otra capa celular de la que se forman diversos órganos interiores. Entre los triblásticos, el anfioxo sería el nexo entre vertebrados e invertebrados.

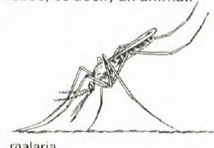


¿Animal o vegetal?

Los animales precisan de materia orgánica para subsistir, mientras que la mayoría de los vegetales pueden elaborarla por sí mismos, con ayuda de la clorofila. En los organismos unicelulares, a veces la división entre animal o vegetal no es marcada. El alga *Chlamydomonas* está considerada como un vegetal. El flagelado *Euglena* posee generalmente clorofila y se le considera vegetal o animal, según los casos. El flagelado *Trypanosoma* es un protozoo, es decir, un animal.

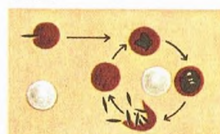


enfermedad del sueño



malaria





Protozoos parásitos

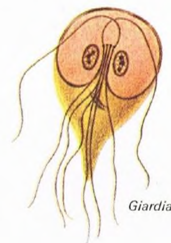
El género *Trypanosoma* está constituido por protozoos parásitos, que ocasionan varias enfermedades graves. Una especie produce la enfermedad del sueño, considerada como la más peligrosa del Africa tropical. La transmite la mosca tsetsé (arriba), que con su picadura inocula los tripanosomas en la sangre de la víctima. Otros protozoos peligrosos son los del género *Plasmodium*, que ocasionan la malaria. Viven en el mosquito anoteles, que los transmite a la sangre del hombre. Penetran en los globulos rojos, en los que proliferan rápidamente. Al cabo de algunos días rompen dichos glóbulos y ocasionan al enfermo un acceso de fiebre.



amiba

Protozoos en nuestro tubo digestivo

A la derecha, el protozoo *Giardia*, que puede ocasionar diarrea al hombre. Otro protozoo, una amiba, vive en nuestro intestino sin hacer daño. Arriba, una amiba que ha ingerido a una *Giardia*.

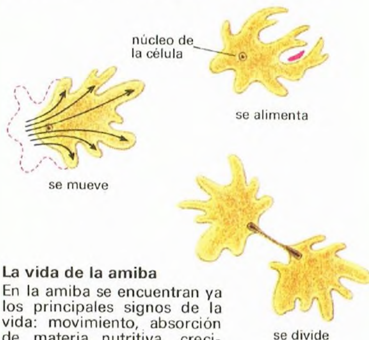


Giardia

Protozoos

Los protozoos son los seres más primitivos del reino animal. Se manifestaron en la primera etapa de la evolución de la vida. Se han podido datar caparazones fósiles de protozoos que vivieron hace 500 millones de años, y se calcula que el grupo debió de existir mucho antes. Con respecto a los organismos unicelulares, a veces resulta difícil determinar si pertenecen al reino animal o vegetal. Un ejemplo de esto es la euglena, un flagelado. De ordinario posee clorofila y, al igual que las plantas verdes, puede elaborar su alimento partiendo de dióxido de carbono, agua y sales. Pero algunas especies de la euglena carecen de clorofila y, al igual que los animales, deben subsistir de materias orgánicas. Es más, otras especies pueden pasar de uno a otro sistema de alimentación, según sus necesidades.

Se encuentran protozoos en todas partes donde existe agua: en suelos húmedos y en charcos, en agua dulce y en agua salada. La mayoría son tan pequeños que no nos es posible distinguirlos a simple vista, pero su número es enorme. Se calcula que un litro de tierra húmeda puede contener 3 millones de protozoos. La única célula del protozoo realiza todas las funciones vitales. La *amiba* puede ab-

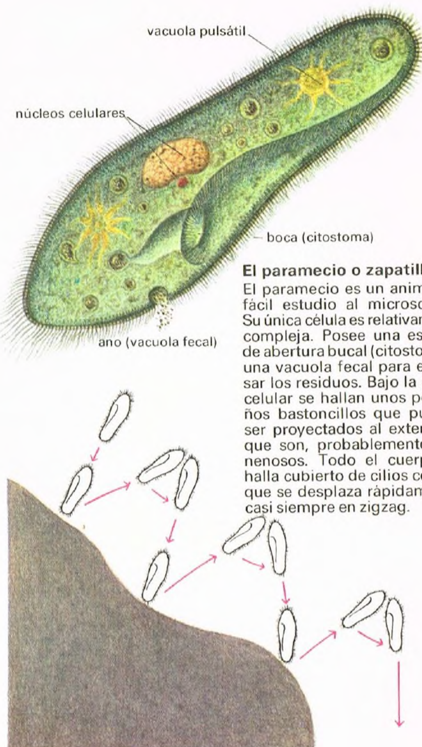


La vida de la amiba

En la amiba se encuentran ya los principales signos de la vida: movimiento, absorción de materia nutritiva, crecimiento y reproducción.

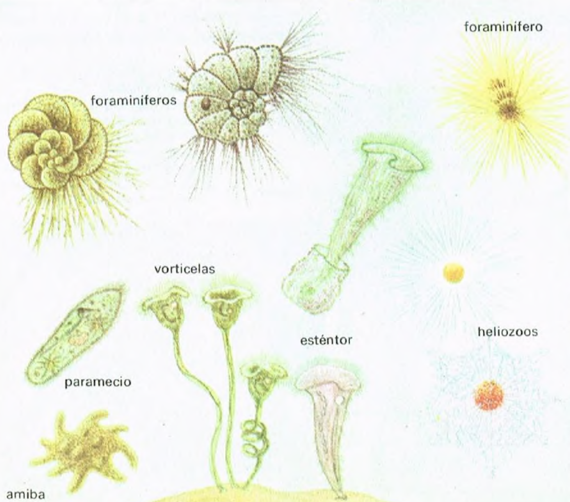
La amiba carece de pared celular rígida; por tanto, puede variar de forma. Esta posibilidad la aprovecha al nutrirse o desplazarse. Provocando una disminución en la tensión superficial de un punto, el contenido celular se desplaza hacia él, dando lugar a un seudópodo y originando un movimiento. La amiba puede ingerir el alimento en cualquier punto de la superficie celular. Ayudándose de los seudópodos rodea y engloba a las partículas nutritivas. Cuando alcanza un tamaño determinado se divide en dos células idénticas. Esta es su forma de reproducción.

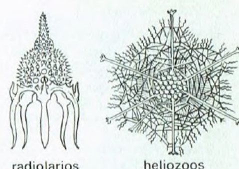
sorber alimentos y secretar productos de desecho en cualquier zona de la superficie de su cuerpo. No posee forma determinada y mediante prolongaciones del contenido celular (protoplasma) se mueve hacia afuera, formando entonces los llamados seudópodos o falsos pies. El *paramecio* nada mediante movimientos de pestañas o cilios que cubren su cuerpo. Posee una abertura bucal y una especie de ano. Los flagelados se mueven en el agua valiéndose de uno o varios flagelos, que son largos filamentos. Los *foraminíferos* están provistos de un caparazón calcáreo, y los *radiolarios* poseen un ornamentado esqueleto de sílice o de sulfato de estroncio. Ciertos protozoos viven dentro de otros animales. Algunos son inofensivos, pero otros ocasionan graves enfermedades, por ejemplo el tripanosoma, que produce la enfermedad del sueño, y el plasmodio, germen de la malaria. Hay protozoos que forman colonias. Estas pueden considerarse como un estadio previo a la pluricelularidad. La relación exacta entre los protozoos y los metazoos, o animales pluricelulares, dista aún de ser conocida.



El paramecio o zapatilla
El paramecio es un animal de fácil estudio al microscopio. Su única célula es relativamente compleja. Posee una especie de abertura bucal (citostoma) y una vacuola fecal para expulsar los residuos. Bajo la pared celular se hallan unos pequeños bastoncillos que pueden ser proyectados al exterior, y que son, probablemente, venenosos. Todo el cuerpo se halla cubierto de cilios con los que se desplaza rápidamente, casi siempre en zigzag.

Protozoos variados
En la ilustración inferior vemos —entre otros protozoos— tres especies de foraminíferos, la sencilla amiba y el paramecio, algo más complejo. Las vorticelas forman colonias fijas, y el esténtor puede ser fijo o móvil. Los heliozoos poseen en ocasiones un caparazón con agujeros por los que el protoplasma sale al exterior, en forma de hilos.





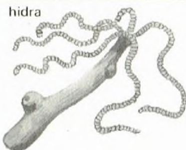
Esqueleto y caparazón
Los radiolarios tienen bellos caparazones de sílice o sulfato de estroncio. Algunos heliozoos poseen también esqueleto silíceo. Los foraminíferos poseen un caparazón calcáreo macrosférico, con una gran cavidad central, o microsférico, con una cavidad central pequeña. Estos caparazones forman sedimentos calizos.

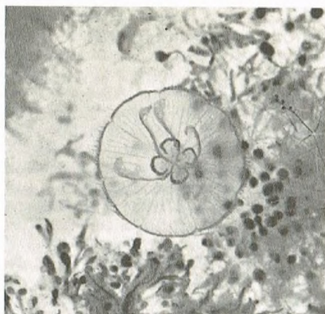




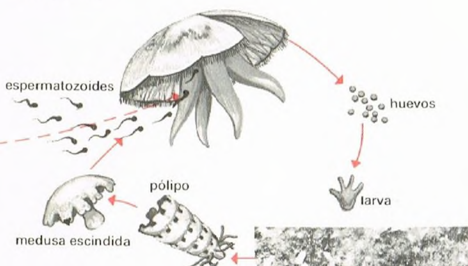


Cnidarios
Los cnidarios viven de ordinario en el mar. Suelen dividirse en escifozoos, antozoos e hidrozoos. Los hidrozoos más conocidos son las hidras, que capturan a sus presas valiéndose de sus largos tentáculos. Los antozoos y los arrecifes coralinos se describen en las páginas 9 - 10.





A través del cuerpo transparente de la medusa *Aurelia* se distinguen las glándulas sexuales, en forma de herradura.



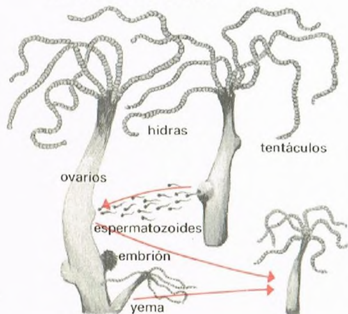
La reproducción de las medusas
Las medusas se reproducen sexualmente. Del huevo fecundado se forman larvas que pronto quedan fijas, convirtiéndose en pólipos. De éstos se separan por escisión las nuevas medusas.

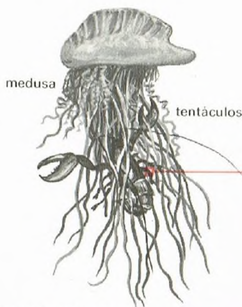
La reproducción de la hidra
Se realiza sexualmente o por gemación. Un mismo organismo forma huevos y espermatozoides, pero la fecundación sólo es posible entre células sexuales de distintos individuos. La hidra puede desplazarse dando volteretas.

Cnidarios y esponjas

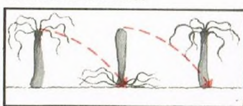
La hidra de agua dulce es un animal adecuado para demostraciones en los estudios elementales de zoología: se la puede ver capturando alimentos con sus largos tentáculos o desplazarse mediante volteretas. La hidra forma parte del grupo de los cnidarios, entre los que también se encuentran los antozoos (corales) y escifozoos (medusas propiamente dichas). Las *esponjas* se hallan en un nivel de evolución aproximadamente igual al de los cnidarios, ya que, como ellos, poseen *dos capas celulares* en la pared del cuerpo y una *cavidad central*. Se cree con certeza que derivan de colonias de protozoos. Los cnidarios viven en el agua y adoptan distintas formas durante su desarrollo. Los hidrozoos y escifozoos suelen tener una fase errante, la *medusa*, con reproducción sexual, y una fija, el *pólipo*, que

La «quemadura» de la medusa
Un crustáceo ha quedado enredado entre los tentáculos de la medusa: los filamentos de las células urticantes inyectan un veneno en la presa, mientras que otros filamentos se enrollan en torno a ella.





hidra dando volteretas



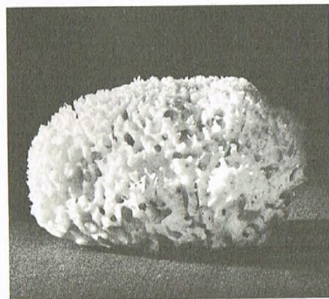


da origen a nuevas medusas mediante gemación. La hidra de agua dulce carece de la fase medusa y se reproduce tanto por gemación como sexualmente. Otros hidrozoos tienen un estadio sexuado y móvil (de medusa) y otro asexual y fijo (de pólipo); este último domina el ciclo vital. El interesante grupo de los antozoos (corales), que también forma parte de los cnidarios, se trata en el apartado siguiente.

Todos los cnidarios poseen instrumentos de defensa y ataque, las células urticantes o *cnidoblastos*, que se hallan principalmente en los tentáculos. Estas células poseen un filamento arrollado provisto de una punta en forma de arpón. En caso de contacto con otro animal, los filamentos son proyectados hacia afuera al tiempo que inyectan el veneno urticante. A menudo las medusas se acercan a las costas, y los bañistas, en caso de entrar en contacto con alguno de estos animales, sufren el doloroso escozor que ocasionan sus tentáculos.

Las esponjas son también animales acuáticos. Viven fijas en el fondo, aisladas o bien formando colonias. Se reproducen sexualmente y dan lugar a larvas muy simples que se fijan y crecen hasta convertirse en un nuevo individuo. Dentro de las paredes de su organismo las esponjas poseen un esqueleto ramificado, de caliza, sílice o bien de una materia córnea, la espongina. Las esponjas de baño tienen el esqueleto formado por una masa de espongina aglutinada que, tras un tratamiento, se convierte en la suave y mullida esponja que se usa para el aseo personal o para lavar el coche. Las mejores esponjas de baño se hallan en el Mediterráneo oriental y se recogen principalmente en Grecia.

Una esponja de baño
La esponja de baño tiene un esqueleto suave y flexible de espongina, sustancia córnea. Las mejores esponjas de baño se recogen en el Mediterráneo oriental.





regadera de Filipinas

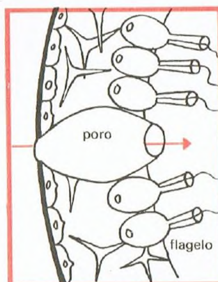


esponja de baño

esponja *sycon*



Esponjas
Las esponjas calcáreas tienen un esqueleto de espículas calcáreas y suelen tener organización muy simple: las paredes, con dos capas de células, rodean a la cavidad atrial, única existente. Las silíceas, por ejemplo la regadera de Filipinas, poseen espículas transparentes de sílice. Entre las córneas figura la esponja de baño.

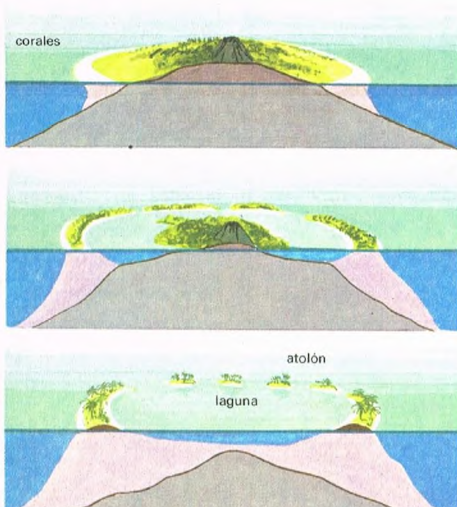




Constitución de las esponjas
Su pared interior está revestida por células con flagelo. Al vibrar los flagelos se forma una corriente de agua que entra por los poros inhalantes y sale por la abertura superior, llevando al animal oxígeno y alimento.



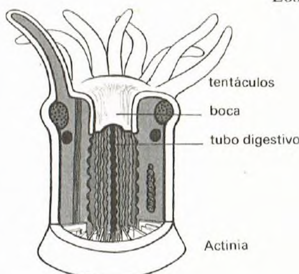
Pesca de las esponjas de baño
Los antiguos griegos descubrieron ya las magnificas cualidades de la esponja para el baño y la limpieza. También hoy en día tiene gran aceptación, pero tropieza con la competencia de las esponjas de plástico, que son más económicas.
Son recogidas por buzos o bien por pescadores provistos de largos palos con gancho, que les sirven para desprenderlas del suelo.



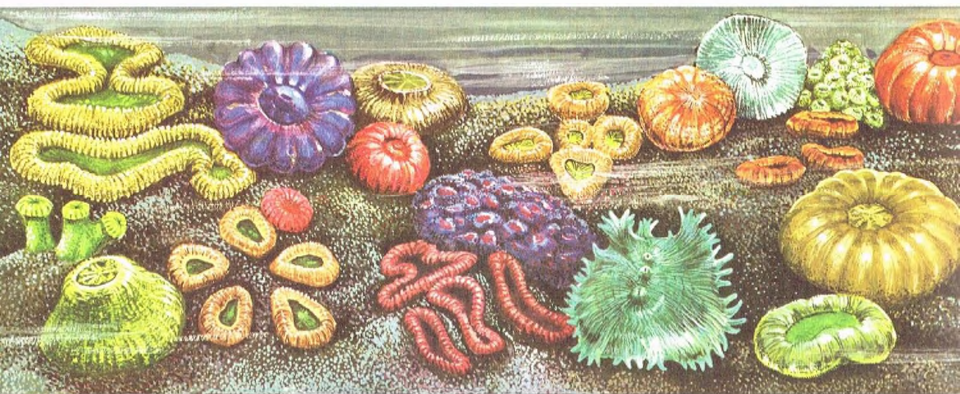
El mundo multicolor de los corales

Al igual que los otros cnidarios, los antozoos (corales y madréporas) viven en el agua. Lo que denominamos «coral» es sólo el esqueleto de una especie de este grupo. En vida los corales poseen gran profusión de formas y colores.
La pared del organismo de los corales está formada por dos capas celulares que rodean la cavidad del cuerpo. Dicha cavidad se halla dividida por tabiques ricos en células glandulares y urticantes. En torno a la abertura bucal hay un número variable de tentáculos. Los corales aparecen siempre en forma de pólipo, no existiendo, como en las medusas, fases móviles. La mayoría de los antozoos poseen un esqueleto calcáreo circundado por tejidos blandos. Al morir el pólipo, el tejido blando se destruye, quedando solamente el esqueleto.
Algunas especies viven independientes, pero la mayoría forma colonias. Estas se originan al reproducirse por gemación el individuo progenitor, cuyos descendientes se mantienen en contacto toda su vida. También tiene lugar una reproducción sexual que da origen a pequeñas larvas que con el tiempo se fijan al fondo. Los arrecifes coralinos de los mares tro-

Formación de los atolones
Arriba vemos un ejemplo de cómo puede formarse un atolón. Primero crece una franja de coral en torno a una isla volcánica. El arrecife se transforma en una barrera cuando la isla se hunde, aumentando la separación entre la isla y el arrecife. Los bancos coralinos crecen principalmente hacia el mar abierto, donde las posibilidades de nutrición son mayores. Una vez sumergida totalmente la isla, la laguna queda circundada por la barrera de arrecifes, que reciben el nombre de atolón. Entonces crece en él una profusa vegetación. La actinia (derecha), que vive independiente, muestra la típica constitución de los antozoos.



Corales fluorescentes
En los últimos años se ha descubierto que ciertos corales que viven a gran profundidad, en lugares a los que solamente llegan los rayos ultravioleta del sol, son estimulados por éstos, produciendo fluorescencias de distintos colores.



La fauna coralina del fondo litoral
He aquí algunas de las muchas especies de antozoos existentes en los bajos fondos marinos. El coral rojo del Mediterráneo se emplea para joyas y objetos de adorno. En el caparazón del cangrejo ermitaño suele fijarse una actinia, la cual vive de los restos de los alimentos del cangrejo, al que proporciona a cambio protección contra sus enemigos.

coral rojo

plumas de mar

abanico de mar

actinias

actinias

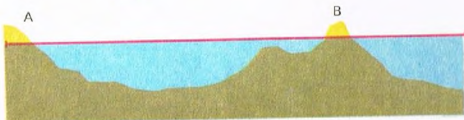


picales forman un mundo fascinante, pero constituyen un peligro para la navegación. En la bajamar las partes superiores de los corales quedan a menudo secas. Entonces adquieren un aspecto gris pálido, pero, al quedar bañados por las olas, recuperan su fantástico colorido. Algunas especies de grandes profundidades son fluorescentes y emiten luz propia al ser estimuladas por los rayos ultravioleta. Entre las formaciones coralinas viven multicolores peces mariposa, erizos de mar, crustáceos, moluscos y otros muchos animales.

El esqueleto de los corales es un apreciado objeto de adorno. Con el coral rojo del Mediterráneo se manufacturan bellas joyas.

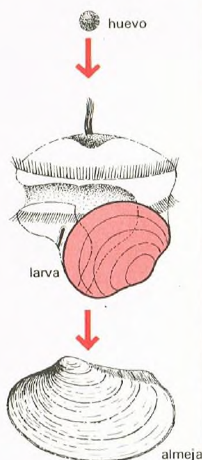


La Gran Barrera
Al noroeste de Australia se encuentra la temida Gran Barrera. Forma un muro coralino de 2 500 km, con una anchura de 2 a 3 km, visible sólo con marea baja. El mar, en ambas partes de la barrera, es de una profundidad traicionera, habiendo sido muchos los barcos que han encontrado allí su fin.

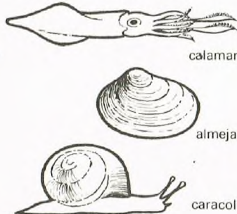


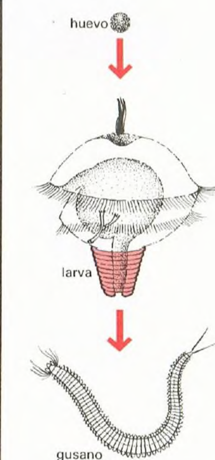


Vida en una gota de agua
Sorprende el hormigueo de vida existente en una muestra de agua de un pantano o cualquier otro lugar en el que el agua esté estancada. Valiéndonos de lentes de aumento podemos encontrar fácilmente en la muestra especies de moluscos, gusanos y artrópodos.

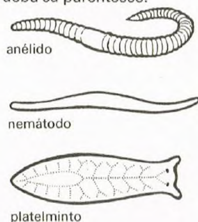


Moluscos
Los pulpos, almejas y caracoles forman parte del grupo de los moluscos. Arriba podemos ver el desarrollo de una almeja, que se inicia con el huevo, sigue la larva rodeada de cilios y finalmente, el adulto.





Gusanos
Los gusanos se suelen dividir en anélidos (de anillos), nemátodos (cilíndricos) y platelmintos (planos). Los gusanos y los moluscos tienen formas larvarias semejantes, lo que prueba su parentesco.



Moluscos, gusanos y artrópodos

Estos tres grupos incluyen la mayoría de los animales pluricelulares invertebrados. Por su variedad y abundancia de individuos, estos grupos tienen gran importancia en la naturaleza.

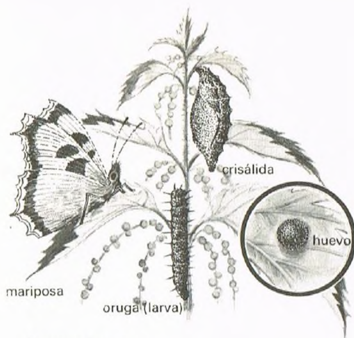
Todos ellos poseen una *tercera capa celular* en la pared del cuerpo. Los animales pluricelulares primitivos, esponjas y celentéreos, disponen solamente de dos capas celulares en las paredes de su organismo. El parentesco entre gusanos y moluscos se ha probado por la similitud entre sus formas larvarias. Los artrópodos tienen formas larvarias distintas, o bien carecen totalmente de ellas. Pero algunos rasgos del animal adulto, p. ej. el tipo de sistema nervioso, indican que ha tenido el mismo predecesor que los gusanos y moluscos.

Forman parte de los *moluscos* los lamelibranquios (almejas, etc.), gasterópodos (caracoles, etc.) y cefalópodos (pulpos, etcétera). Los dos primeros grupos están protegidos por una cubierta calcárea exterior y poseen un pie musculoso como órgano de locomoción; en cambio los cefalópodos se desplazan proyectando un chorro de agua. Todos los moluscos respiran por branquias, salvo los gasterópodos terrestres, que respiran por pulmones.

Los gusanos son un grupo numeroso y heterogéneo. Poseen cuerpo alargado, vasos sanguíneos longitudinales y sistema nervioso. Muchos son parásitos.

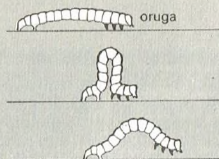
Los *artrópodos* (crustáceos, insectos, arácnidos, etc.) abarcan aproximadamente las 3/4 partes de las especies animales conocidas. Poseen un esqueleto externo de quitina que se halla dividido en segmentos unidos por partes intermedias más blandas. El sistema nervioso, que está formado por un cerebro muy simple y ganglios seriados, en algunos insectos sociales, p. ej. la abeja, está más perfeccionado que en los demás artrópodos. Los artrópodos acuáticos respiran por branquias. En los terrestres la respiración se verifica por medio de tráqueas, un sistema de finos tubos ramificados por el cuerpo.

La mayoría de los gusanos y moluscos viven en el mar y se alimentan de materia orgánica en descomposición. También los crustáceos suelen vivir en el mar. Son muy numerosos y su tamaño varía desde las grandes langostas hasta los microscópicos copépodos. El plancton, la fuente de nutrición para muchos animales marinos, está formado en gran parte por pequeños crustáceos. Los insectos, que comprenden unas 800 000 especies, son el grupo animal dominante en la tierra y el aire. También existen especies en aguas dulces, pero, aunque parezca raro, apenas las hay en el mar.



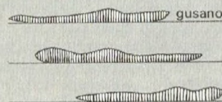
Huevo-larva-crisálida-insecto

Durante su desarrollo desde huevo a individuo completo, muchos insectos pasan por un estadio larvario y otro de crisálida. Este fenómeno es denominado metamorfosis completa.



¿Gusano u oruga?

Los conceptos gusano y oruga se emplean a menudo equivocadamente. Un gusano es un animal ya adulto, mientras que una oruga es una larva que se encuentra en un estadio de desarrollo en el ciclo desde huevo a adulto.

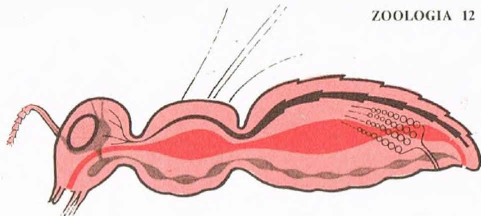


También existen diferencias exteriores: la oruga posee normalmente patas, mientras que el gusano carece frecuentemente de extremidades, desplazándose mediante contracciones musculares.



Ciempiés

Los ciempiés son artrópodos. Exteriormente recuerdan en algo a los gusanos, pero poseen una constitución interna más complicada. La piel, al igual que en los restantes artrópodos, forma un esqueleto externo duro.




mariposa

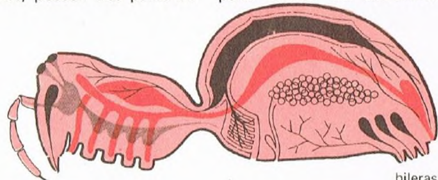

hormiga


mosca


escarabajo

Insectos

Los insectos forman el grupo más numeroso de los artrópodos y de todo el reino animal. Su cuerpo está dividido en tres partes; poseen tres pares de patas y un vaso sanguíneo dorsal. Tienen un tubo digestivo dispuesto a lo largo del cuerpo y un sistema nervioso en la parte inferior del abdomen.




merostoma

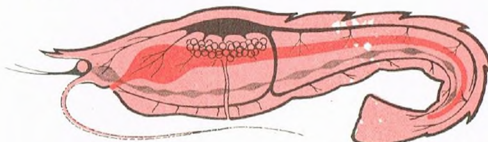

garrapata


araña


escorpión

Arácnidos y merostomas

Los arácnidos carecen de estadio larvario. Son artrópodos con el cuerpo dividido en dos partes; poseen cuatro pares de patas y una organización interna análoga a la de los insectos. Entre ellos figuran las arañas, los ácaros y los escorpiones. Un grupo parecido es el de los merostomas.



Crustáceos

Los crustáceos poseen numerosos pares de patas. Los órganos interiores se parecen a los de los demás artrópodos. Los copépodos abundan en el plancton.


bogavante


copépodo


cochinilla de humedad

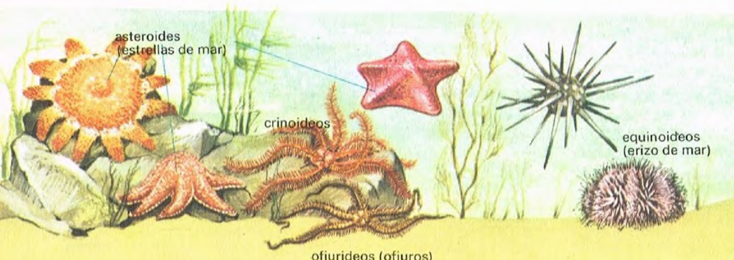

cangrejo de mar

Equinodermos

Los equinodermos son exclusivamente marinos. Tienen simetría radial y un esqueleto dérmico de caliza provisto de espino. Se dividen en estrellas de mar, erizos de mar, ofiuros, holoturias y lirios de mar.
Sus larvas tienen simetría bilateral y se asemejan a las larvas de los hemicordados (balanogloso). Por ello se supone que los equinodermos tienen una ascendencia común con este último grupo que forma la transición entre invertebrados y vertebrados.


larva de equinodermo


larva de balanogloso





Tipos de equinodermos

Aquí podemos contemplar distintos tipos de equinodermos. Las holoturias poseen una piel coriácea con concreciones calizas. Las estrellas de mar tienen un esqueleto dérmico, a menudo provisto de espinas. El esqueleto de los erizos de mar es esférico, de gran solidez y tiene espinas móviles.

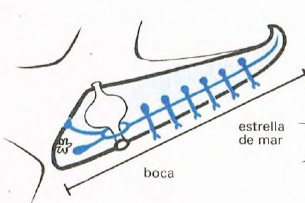

holoturia

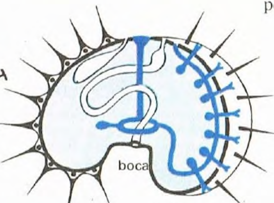

estrella de mar

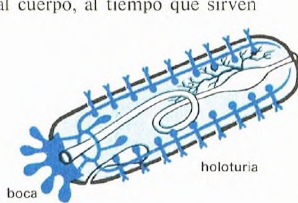

erizo de mar

Equinodermos y vertebrados

Al estudiar la evolución animal se puede observar que las organizaciones superiores han surgido gradualmente, mediante ciertos «inventos» que luego han pasado de un grupo animal a otro. Ejemplos son la *pluricelularidad,* la tercera capa celular de los animales superiores, y la columna vertebral, que ha permitido el desarrollo de la vida animal en la tierra firme.
La vida marina está dominada por *animales invertebrados.* El agua proporciona la suficiente estabilidad y sostiene el peso del organismo. Los vertebrados aparecieron en el agua, pero no alcanzaron su completo desarrollo hasta después de su transición a animales terrestres. El esqueleto y la columna vertebral soportan al cuerpo, al tiempo que sirven







Organización interna de los equinodermos

Estos se desplazan valiéndose de un sistema de tubos llenos de agua (color azul), que desempeña también funciones respiratorias. Está formado por un anillo en torno a la parte anterior del esófago y por unos canales radiales; éstos llevan el agua hacia los pequeños pies con ventosas, distendiéndolos.
La estrella de mar (en el grabado de la izquierda) tiene la boca en medio de la cara inferior, y el ano está situado en el dorso. En el erizo de mar, el tubo digestivo es largo; la abertura bucal se halla en la parte inferior, y la anal, en el ápice, donde desembocan también las vesículas sexuales.

La holoturia se parece a un erizo de mar sin espinas; es de forma alargada. Tiene una especie de tentáculos en torno a la boca formados por ramificaciones de los tubos conductores de agua. Respira con unos «pulmones» ramificados, que desembocan en la cloaca, junto con el sinuoso tubo digestivo.



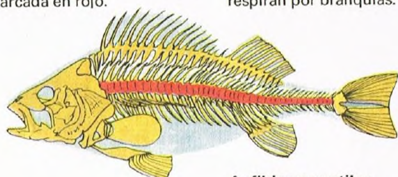
Vertebrados

Los primeros vertebrados fueron peces. Las extremidades de los animales terrestres proceden de las aletas pares de los peces. Los primeros vertebrados terrestres fueron una forma intermedia entre pez y anfibio. De ellos surgieron los reptiles, que a su vez dieron origen a las aves y a los mamíferos.

de apoyo a los músculos. Sin esqueleto, casi ningún animal hubiera podido sobrevivir en tierra firme.
Los *equinodermos* son un grupo de animales marinos de los que forman parte las estrellas de mar, los erizos de mar y las holoturias. Su nombre se debe a las puntas o espinas de su piel. Sus larvas son del mismo tipo que las del balanogloso, que se considera un antecesor de los vertebrados. El parecido entre las larvas indica que los vertebrados y los equinodermos, proceden quizá de un antecesor común para ambos grupos.
¿Por qué razón se considera al anfioxo como un prevertebrado? Principalmente porque posee una *cuerda dorsal* sólida pero flexible que se extiende de uno a otro extremo del animal.
Durante el desarrollo embrionario se forma una cuerda dorsal parecida en todos los vertebrados, inclusive en el hombre, pero paulatinamente va siendo sustituida por la columna vertebral. Además el anfioxo posee un sistema nervioso dorsal, mientras que en los invertebrados éste se encuentra en el abdomen. Parientes cercanos del anfioxo son las ascidias y el balanogloso.
La evolución desde la primera forma de «vida» indiferenciada, que surgió en los mares prehistóricos, hasta los animales altamente organizados, entre ellos, el hombre, es larga y complicada. Se pueden conjeturar teorías más o menos probables acerca de cómo sucedió, pero quedan todavía muchos puntos oscuros. El desarrollo ha tomado a menudo cursos distintos, y muchos grupos, p. ej. los insectos y los vertebrados, constituyen el resultado de distintos cursos evolutivos.

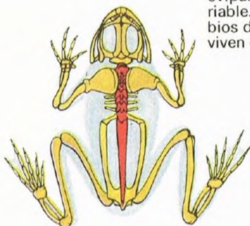
Peces

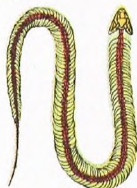
Los representantes de los grupos principales de vertebrados que se ilustran en esta página tienen la columna vertebral marcada en rojo. Los peces, los más inferiores de los vertebrados, están adaptados a una vida acuática. Disponen de escamas y aletas, y respiran por branquias.



Anfibios y reptiles

Los anfibios y reptiles provienen de los primeros vertebrados terrestres, los cuales evolucionaron de los peces. Son ovíparos, y de temperatura variable. Las larvas de los anfibios disponen de branquias y viven en el agua.





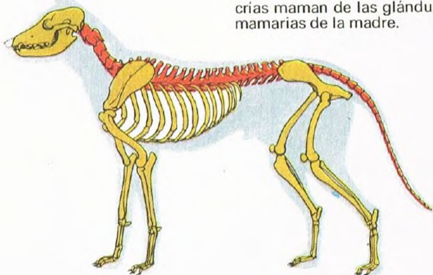
Aves

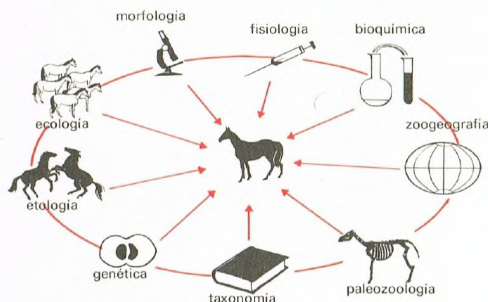
Las aves provienen de los reptiles y poseen todavía muchos rasgos de este grupo. Sus características las han obtenido por la adaptación del cuerpo al vuelo.



Mamíferos

Los reptiles también han dado origen a los mamíferos. Estos se hallan provistos de pelos y su temperatura es independiente de la ambiental. Las crías maman de las glándulas mamarias de la madre.





Las ramas de la zoología
El estudio de un animal requiere datos procedentes de las distintas ramas de la zoología. El morfólogo investiga la constitución del animal, y los procesos vitales son estudiados por el fisiólogo y el bioquímico. El zoogeógrafo estudia la dispersión de los animales; el ecólogo, sus relaciones con el ambiente; el etólogo, su comportamiento. El paleozoólogo intenta esclarecer la evolución animal; el genético pretende determinar la herencia; el taxonomista estudia la clasificación de las especies existentes en un sistema.

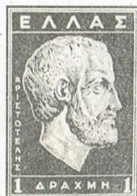




La ciencia de los animales

El hombre ha estudiado en todo momento la vida animal circundante; lo atestiguan las pinturas rupestres existentes en cuevas prehistóricas. La zoología como ciencia la crearon los antiguos griegos. Pero mientras el investigador antiguo era polifacético, es decir, abarcaba la mayor parte de los limitados conocimientos naturales de que se disponía, el zoólogo de nuestros días debe especializarse, puesto que los conocimientos actuales son de una extensión enorme. Hoy tiene lugar una colaboración intensa, con intercambio de experiencias y conocimientos, no sólo entre las distintas ramas de la biología, sino dentro de todo el gran campo de ciencias de la naturaleza.
Muchos de los que aportan nuevos conocimientos a la ciencia zoológica actual realizan sus trabajos en el laboratorio. Allí el investigador de la célula, el *citólogo*, estudia la constitución y funciones celulares, mediante el microscopio. El *fisiólogo* y el *bioquímico* disponen de un complejo equipo de instrumentos para el estudio de los ciclos metabólicos, el funcionamiento de los órganos y la cooperación intercelular. Las formas de los animales son estudiadas por el *morfólogo*, mientras que el *anatomista* concentra su trabajo en la constitución interna de los mismos. Mediante experimentos con

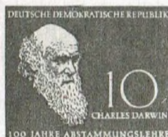
El zoólogo en el laboratorio
Gran parte de la investigación zoológica se verifica en el laboratorio. Mediante disecciones se examina la constitución del animal, y los ensayos fisiológicos informan acerca de la función de los distintos órganos. Se utilizan diversos animales de ensayo. La pequeña mosca drosófila tiene una importancia incalculable para el genético, y las ratas, conejillos de Indias y los monos son empleados tanto por los fisiólogos como por los etólogos.



Aristóteles
Aristóteles suele considerarse como padre de la zoología. 300 años a. de C. describió ya en su obra *La historia natural de los animales* unas 500 especies y creó la base para la sistemática animal.



Linné
En el siglo XVIII el sueco Carlos Linné (Linneo) intentó instituir un sistema lo más natural posible; introdujo el concepto del parentesco y realizó breves descripciones de las especies conocidas en su tiempo.



Darwin
El naturalista inglés Charles Darwin publicó su obra *El origen de las especies,* en la que formuló la teoría de la evolución; consideró que ésta se debe a la lucha por la existencia.

animales y plantas, p. ej. con la drosófila, o mosca de la fruta, el *genético* estudia cómo se heredan los distintos caracteres y las cuestiones relativas a los cruces y formación de razas. El *ecólogo* investiga sobre el terreno. Allí puede observar las relaciones de los animales entre sí y su dependencia del medio ambiente. Quizá le acompaña el *etólogo*, investigador de las costumbres de los animales, que, sin embargo, también realiza observaciones en el zoo, o, bajo circunstancias especiales, en el laboratorio. El *zoogeógrafo* investiga las zonas de dispersión de las distintas especies, y sus causas. Se le plantean problemas relativos a la determinación de las especies; las variaciones entre individuos de una misma especie pueden ser muy significativas. En estas cuestiones le puede ayudar en su trabajo el estudio de las colecciones existentes en los museos de ciencias naturales, o bien el *taxonomista*, el profesor de sistemática, que tiene como misión agrupar y clasificar las especies animales según su parentesco mutuo. El taxonomista se basa en experiencias de la *paleozoología*, que a su vez constituyen los fundamentos de la *evolución*. Esta última rama estudia el desarrollo y transformaciones de los organismos, y tiene una significación fundamental para todas las ramas de la zoología.



El zoólogo en el campo
Los ensayos en el laboratorio no pueden reemplazar el estudio de los animales en la naturaleza. Con un atento y paciente estudio en el medio natural, el zoólogo puede investigar cómo se desenvuelven los animales en su medio y en qué grado dependen entre sí y del ambiente. Allí puede también tomar pruebas para investigaciones ulteriores, p. ej. muestras de agua que pueden informar acerca de la vida en un lago.







El zoólogo en el museo y en el zoo
Los museos y los parques zoológicos son también importantes lugares de trabajo para el zoólogo. Para el estudio comparativo de especies distintas, por ejemplo, es necesario material de las distintas partes del mundo. En las vitrinas de un museo moderno, incluso el profano puede estudiar, por ejemplo, una colección de muestras de todos los reptiles de la Tierra.
En los parques zoológicos pueden verse animales vivos de regiones lejanas. En la fotografía central se observan animales en el zoo de Kolmården, al sur de Suecia.
La misión del zoólogo no sólo es enriquecer nuestros conocimientos, sino también conservar para nosotros y nuestros descendientes parte del mundo animal amenazado de exterminio. El zoo o los parques nacionales son a veces el refugio para los últimos restos de una especie animal. Las reservas naturales africanas son un intento de última hora para salvar grandes zonas en las que especies como el ñu de la fotografía todavía pueden vivir en un ambiente natural.

ÍNDICE ALFABÉTICO

A

B

CH

D

E

F

G

H

I

Ñ

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

X

Y

Z

REFERENCIAS FOTOGRÁFICAS

Aage Foto, Estocolmo; A. B. Finders; AB Pflizer; AB Svenska Metallverken; Academia de Ciencias Checoslovaca, Praga; Akademiska Sjukhuset, Upsala; American Museum of Natural History; Anna Riwkin; APN; Apotekarnes mineralvattenfabrik; Archivo Danae; Archivo de Combi; Ashmolean Museum; Asociación Estatal contra el reuma, Suecia; Asta Eriksson; ATA, Estocolmo; Ateljé Bergne AB; Ateljé Sundahl; Australian National Travel Association; Australian News and Information Bureau; Bausch and Lomb; Bengt Carlén; Bermello; Bertil Höder; Bertil Höders pressfototjänst; Biblioteca Real, Estocolmo; Björn Sjöden; Bo Dahlin FULL HAND; Bodleian Library; Bodo Wuth; Böhringer Ingelheim SAE; British Museum; Bulloz; Bulls; Cambridge University; Centralskogssällskapet, Tapio, Finlandia; CERN; C.J. Alexopoulus, University of Texas, Austin; Conti-Press, Hamburgo; Charbonnier REALITÉS; Château de Saint-Germain-en-Laye, Reunion Musées Nat.; De blindas förening, Estocolmo; Dennart Wilsson; Douglas P. Wilson, F.R.P.S.; Dr. Cottam; Dr. L. B. Shettles; Du Pont; Erik Parbst; Filmhistoriska samlingarna, Estocolmo; Förlagshuset Norden; Foto-Henried; Francesco Baschieri-Salvadori; Franz Stich jr.; Fulvio Roiter REALITÉS; Fyns Stifts Kunstmuseum, Odense, Dinamarca; Gaddis, Luxor; Gefa, Göteborg-Banankompaniet; Georg Oddner TIO; Georges Viollon; Giraudon; G. Lundquist, Asociación Sueca de Turismo; Gösta Glase FULL HAND; Göteborgs arkeologiska museum; Gustav Hansson; Hans Ackefors; Hans Malmberg TIO; Harold E. Edgerton, Cambridge, Mass; Harry Dittmer TIO; Heino Heinemann; Helmut Orth; H. G. Billaudelle; Hilding Ohlson, Gustavsbergs fabriker; Himalaya Syndicate ZFA; His Master's Voice; H. Kacher; H. Orth; Hospital St. Göran; H. Thunaeus; Ingmar Holmasen; Instituto de Botánica de Bosques, Escuela Superior de Bosques, Estocolmo; Jan-Ralf; Japan information; J. Fitzpatrick; John/Medicinhistoriska museet, Estocolmo; Jörgen Lundberg VISUM; Kai Cwory-Lindahl, Skansen; Karolinska Institutet, Estocolmo; Karolinska Sjukhuset, Estocolmo; Keystone; Konny Domnauer; Kungliga biblioteket, Estocolmo; Lars Ryde; Lars Sjögren; Leidman ZFA; Leigh Wiener-IBM; Lennart Nilsson; Lennart of Petersens; Lennart Olson TIO; Lennart Wilson; Lentini; Lick Observatory; Los Angeles Country Air, Pollution Control District; Magnus Nasiell; Malak-National Film Board of Canada; Maud Leindahl, Karolinska Sjukhuset; Meier-Faust ZFA; Metro Goldwyn Mayer; Metropolitan Museum of Art, Flecher Fund; Mount Wilson and Palomar Observatories; Museo Asiático-oriental, Estocolmo; Museo nacional, Estocolmo; Museo Nórdico, Estocolmo; Museo Postal, Estocolmo; National Film Board of Canada; National Gallery; National Park Service (United States Departmen of Interior); Nils Berghagen, Escuela Superior de Odontología, Estocolmo; Nils Gabrielson; Nils Gonnert; P. E. Barkman; Per Anders Thunqvist; Plantex; Popper; P. O. Stackman; P.-O. Stackman; Pressens Bild; Profesor Jan Lindsten; Radio Times Hulton Picture Library; Rolf Blomberg FULL HAND; Royal Institute of Chemistry, Londres; Rune Bollvik; Rune Hassner TIO; Sam Stadener; Sandvikens Jarnverk, Suecia; Sciencie Museum, Londres; Schweizerisches pharmaziehistorisches Museum, Basilea; Shell Photographic Service; Staatsbibliothek Berlin, Bildarkiv Handke; Stedelijk Museum, Amsterdam; Stenbergs Bilder; Stig T. Karsson TIO. Del archivo de la Sociedad Sueca para la Protección de la Naturaleza; Stig Winquist; Sven G. Andersson TIO; Sven Gillsäter TIO; Sven Lidman; Sven Nilsson; Svensk filmindustri, Suecia; Svenskt Pressfoto; Syndication International; Tegelindustrins Centralkontor AB, Estocolmo; Text och Bilder; The Mansell Collection; The Metropolitan Museum of Art, Wolfe Fund; Tierbilder Okapia; Tore Johnson TIO; Tyko Bruk, Finlandia; UNI-DIA; Universidad de Estocolmo; Uno Samuelson VISUM; U.S. Armed Forces Institute of Pathology; USIS; Victoria and Albert Museum; Wenrzel ZFA; WHO; ZFA-Lang; ZFA-Teichmann; Zydowski Institut Historyczny, Varsovia.

edil s.r.l.



